

Martin Václavík

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019

2019

Martin Václavík

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Návrh úprav linkové sítě městské
hromadné dopravy v Popradu**

Modifications of Poprad City Public
Transport Line Network Proposal

Student: Martin Václavík

Vedoucí práce: doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.

Ostrava 2019

Zadání bakalářské práce

Student:

Martin Václavík

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2301R003 Dopravní technika a technologie

Téma:

Návrh úprav linkové sítě městské hromadné dopravy v Popradu
Modifications of Poprad City Public Transport Line Network Proposal

Jazyk vypracování:

slovenština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Zhodnotit současný stav linkového vedení MHD Poprad a navrhnout případné úpravy linkové sítě za účelem odstranění existujících problémů.

Osnova práce:

1. Úvod.
2. Charakteristika současného vedení linek MHD Poprad.
3. Teoretická východiska řešení - charakteristika a výběr vhodné metody.
4. Návrhová část – aplikace vybrané metody.
5. Zhodnocení dosažených výsledků.
6. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

SUROVEC, P.: Technológia hromadnej osobnej dopravy. Žilina: EDIS ŽU Žilina, 1998. ISBN 80-7100-494.

SUROVEC, P.: Tvorba systému mestskej hromadnej dopravy. Žilina: EDIS ŽU Žilina, 1998. ISBN 80-7100-586-X.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.**

Datum zadání: 21.12.2018

Datum odevzdání: 20.05.2019

Aleš

doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry



[Handwritten signature]

prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 14. 05. 2019.


A handwritten signature in blue ink, reading "Martin Václavík", is written over a horizontal dotted line.

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на ве́домі́, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 14.05. 2019.


Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce: Martin Václavík

Adresa trvalého pobytu autora práce: Okružná 34, Poprad, Slovensko

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VÁCLAVÍK, Martin. *Návrh úprav linkové sítě městské hromadné dopravy v Popradu*. Ostrava, 2019. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 83 s. Vedoucí práce doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.

Táto práca sa zaoberá návrhom úpravy linkového vedenia mestskej hromadnej dopravy v meste Poprad. Cieľom práce je navrhnúť jeden, prípadne viac variantov zmeny vedenia liniek, aby vyhovovalo viac súčasným prepravným požiadavkám cestujúcich. K tomu je použitá vhodná metóda návrhu linkového vedenia. V úvode je opísaný súčasný stav a popis vedenia jednotlivých liniek a takisto sú opísané významné časti mesta Poprad, ktoré tieto linky obsluhujú. V teoretickej časti sú opísané 2 vybrané heuristické metódy návrhu linkového vedenia. Návrhová časť sa potom sústreďuje na aplikáciu vybranej metódy v reálnych podmienkach. Záver vyhodnocuje dosiahnuté výsledky a porovnáva ich so súčasným stavom.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

VÁCLAVÍK, Martin. *Modifications of Poprad City Public Transport Line Network Proposal*. Ostrava, 2019. Bachelor Thesis. VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, The Institute of Transport, 83 p. Thesis head: doc. Ing. Dušan Teichmann, Ph.D.

This thesis concerns a proposal of modifications to public transport system in town Poprad. The aim of the thesis is to propose one, or more options of public transport lines, to meet the present needs of the passengers. One of the described methods is used to reach the goal. The introduction describes the present state of the public transport network with the points of interest within the surroundings of the lines. The theoretical part concerns description of 2 heuristic methods used to plan the public transport lines. The chosen method is then applied, and new network is proposed. The conclusion compares the proposal with the present network.

Obsah

Zoznam použitých skratiek	7
1. Úvod.....	8
1.1 Doprava v Poprade a regióne.....	8
1.2 Charakteristika najvýznamnejších prepravných prúdov na území mesta	10
1.3 Všeobecná charakteristika systému mestskej hromadnej dopravy.....	11
2. Charakteristika súčasného stavu MHD Poprad.....	14
2.1 Vozidlový park	14
2.2 Popis linkovej siete a charakteristika liniek	14
3. Teoretické východiská riešenia	25
3.1 Aspekty návrhu systému MHD.....	25
3.2 Popis vybraných metód návrhu	31
3.2.1 Heuristická metóda podľa Ing. Chlebničana a kolektívu.....	31
3.2.2 Heuristická metóda podľa prof. Surovca.....	37
3.3 Porovnanie opísaných metód	41
4. Návrhová časť – aplikácia vybranej metódy	42
4.1 Vyhodnotenie súčasného stavu.....	42
4.2 Aplikácia heuristickej metódy Ing. Chlebničana a kolektívu	43
4.3 Vyhodnotenie jednotlivých variantov	55
5. Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov	57
6. Záver	60
PodĎakovanie	61
Zoznam zdrojov.....	62
Zoznam príloh	64

Zoznam použitých skratiek

CP – cestovný poriadok

č – číslo

hod – hodina

IAD – individuálna automobilová doprava

km – kilometer

MHD – mestská hromadná doprava

nák. stred. – nákupné stredisko

nám. – námestie

obch. – obchodný

OC – obchodné centrum

PP – Poprad

SAD – Slovenská autobusová doprava

SAD Poprad a.s. – Slovenská autobusová doprava Poprad, akciová spoločnosť

sídl. – sídlisko

slov. – slovenská

ul. – ulica

zast. – zastávka

ZŠ – základná škola

1. Úvod

1.1 Doprava v Poprade a regióne

Mesto Poprad je okresné mesto nachádzajúce sa na severe západnej časti východného Slovenska v Podtatranskej kotline. V súčasnosti tu žije približne 51 000 obyvateľov. Výhodná poloha mesta ho predurčuje k orientácii na cestovný ruch a turizmus vďaka blízkosti Vysokých Tatier na severe, Nízkych Tatier na juhu a Slovenského raja na juhovýchode. Mesto Poprad tvorí mesto samotné a 5 mestských častí – Spišská Sobota, Veľká, Matejovce, Stráže pod Tatrami a Kvetnica.

Mesto Poprad je tiež najvýznamnejším dopravným uzlom v podtatranskej oblasti. Železničná stanica Poprad – Tatry je častým cieľom cestujúcich na najrušnejšej celoštátnej trati č. 180 spájajúcej Bratislavu a Košice. Významné spojenie je taktiež z Žiliny smerom do Českej republiky cez Ostravu, alebo Valašské Meziříčí do Prahy, ktoré využíva veľa študentov zo Slovenska a naopak z Českej republiky turisti, ktorí môžu do Popradu vlakom pricestovať aj so svojim automobilom, prepravenom na autovozni. Rýchlikové spoje do Bratislavy a Košíc v cestovnom poriadku 2018/19 jazdia každé 2 hodiny a sú doplnené niekoľkými IC vlakmi. Priame spojenie do Českej republiky zabezpečujú v cestovnom poriadku 2018/19 4 denné a 3 nočné spoje.

Stanica je východzia pre regionálnu trať č. 185 vedúcu zo stanice Poprad – Tatry do Plavče a taktiež pre úzkorozchodnú (1 000 mm) trať Tatranských elektrických železníc č. 183 vedúcu na Štrbské Pleso. Okrem stanice Poprad – Tatry sa na území mesta nachádza na trati 185 aj železničná zastávka Poprad – Spišská Sobota. Na území mesta, takisto na trati 185, sa nachádza aj stanica Matejovce pri Poprade, ktorá sa nachádza v mestskej časti Matejovce, na východnom okraji mesta Poprad.

Ďalšia možnosť, ako sa dostať do regiónu, je medzinárodné letisko Poprad – Tatry s pravidelnými linkami do Londýna a v zimnom období do Rigy s medzipristátím vo Varšave. Letisko leží cca 2 km západne od mesta a v súčasnosti nie je obsluhované mestskou hromadnou dopravou.

Autobusová stanica Poprad sa nachádza v bezprostrednej blízkosti železničnej stanice. Okrem medzinárodnej a diaľkovej autobusovej dopravy je to najvýznamnejší uzol MHD v Poprade. S výnimkou jednej mestskej linky je autobusová stanica Poprad konečná resp. východzia zastávka pres spoje všetkých liniek MHD. Mimo toho tu je počas dňa odstavená väčšia časť autobusov MHD a prímestskej autobusovej dopravy.

V súčasnosti sú MHD obsluhované centrálna časť mesta Poprad a mestské časti Veľká, Matejovce, Spišská Sobota a Stráže pod Tatrami. Z historického hľadiska predstavovali mestské časti samostatné obce, ktoré sa k mestu postupne pričlenili. V pôvodnej časti mesta Poprad žije v súčasnosti cca 37 000 obyvateľov. Túto časť mesta tvorí širšie centrum mesta a sídliská Juh a Západ.

Najväčšou mestskou časťou je mestská časť Veľká, kde žije cca 4 600 obyvateľov. Nachádza sa severne, až severo-západne od centra mesta. Na severnom okraji sa nachádza najväčší cintorín v meste.

Mestská časť Spišská Sobota sa nachádza na severe a severo-východe od centra, na západnom okraji susedí s mestskou časťou Veľká. V Spišskej Sobote žije cca 3 000 obyvateľov. Jej historické námestie je významnou kultúrnou pamiatkou.

V Mestskej časti Matejovce žije cca 2 800 obyvateľov. Táto mestská časť sa nachádza asi kilometer na východ od Spišskej Soboty. Na západnom okraji mestskej časti Matejovce sa nachádza veľký priemyselný areál a ďalej na východ obytná zástavba.

Druhá najmenšia mestská časť – Stráže pod Tatrami – je domovom pre cca 600 obyvateľov. Nachádza sa asi kilometer východne od širšieho centra a južne od mestskej časti Spišská Sobota. Táto mestská časť má skôr charakter obce a predstavuje tak dobrý kompromis medzi životom v meste a obci.

Mestská časť Kvetnica v súčasnosti zažíva svoj rozmach, stále tu však žije len niečo okolo 200 obyvateľov. Nachádza sa 2 až 3 km južne od sídliska Juh. Mestská časť vďaka svojej lokalite na okraji lesa predstavuje destináciu, ktorá začína byť obyvateľmi mesta vyhľadávaná hlavne pre oddych a relaxáciu. Táto mestská časť nie je obsluhovaná žiadnou autobusovou linkou MHD, avšak nachádza sa tu zastávka prímestskej a regionálnej autobusovej dopravy.

Za zmienku stojí aj mesto Svit nachádzajúce sa len 5 km na západ od Popradu. V meste žije asi 7 600 obyvateľov, z ktorých niektorí dochádzajú za zamestnaním do Popradu. Naopak do závodov Chemosvit a Tatrasvit dochádzajú do zamestnania obyvatelia z Popradu.

V blízkosti Popradu sa nachádza taktiež obec Spišská Teplica, vzdialená asi 2 km južne od západného okraja mesta. V obci žije 2 244 obyvateľov. Väčšina obyvateľov pracuje, alebo študuje v Poprade, alebo vo Svite. Obyvatelia obce sú odkázaní

na individuálnu automobilovú dopravu, alebo prímestskú autobusovú dopravu, ktorá mieri vždy len na autobusovú stanicu v Poprade.

V súčasnej dobe tvorí systém MHD mesta Poprad výlučne autobusová doprava, prevádzkovateľom je spoločnosť Slovenská autobusová doprava Poprad a.s., objednávatel'om dopravy vo verejnom záujme je mesto Poprad. Pre potreby MHD je v meste prevádzkovaných 18 autobusov na 8 linkách, pričom linka č. 8 má minimálny dopravný význam vzhľadom k tomu, že je to turistická linka.

MHD sa v súčasnosti veľkej obľube neteší. Je to spôsobené tým, že súčasné linkové vedenie sa snaží obslúžiť čo najviac obyvateľov na úkor rýchlosti, nepravidelnosťou a neprehľadnosťou spojov a faktom, že vzdialenosť premiestnenia je častokrát dosiahnuteľná pešo skôr, ako najbližším spojom MHD. Súčasný odbavovací systém vyžaduje odbavenie každého cestujúceho vodičom, buď platbou v hotovosti, alebo čipovou kartou pri každom nástupe do vozidla, čo ďalej znižuje už aj tak nízku priemernú rýchlosť vozidla na trase.

1.2 Charakteristika najvýznamnejších prepravných prúdov na území mesta

V meste býva väčšina obyvateľstva na sídliskách Juh a Západ s výškovou zástavbou. Väčšina týchto ľudí za prácou dochádza v rámci mesta, hlavne do centra mesta, priemyselných areálov a obchodných domov. Centrum mesta tvorí prevažne nízka zástavba, avšak ráno predstavuje cieľ zamestnancov obchodného centra FORUM a ďalších početných obchodov, reštauračných zariadení a iných zariadení poskytujúcich služby (pošty, hotely, banky...). Najvýznamnejšími zamestnávateľmi v Poprade sú priemyselný areál Matejovce na severovýchode a Tatravagónka na východe mesta.

Najväčší dopyt v prepravnej špičke predstavuje práve spojenie priemyselného areálu v mestskej časti Matejovce a areálu Tatravagónky so sídliskami Juh a Západ. Mestské časti Spišská Sobota a Veľká ležia na sever od centra, väčšina obyvateľov býva v rodinných domoch a vlastní automobil, takže MHD využívajú veľmi zriedka. Najvýznamnejšie body záujmu tu predstavujú zimný štadión a blízky futbalový štadión, termálne kúpalisko Aquacity Poprad na južnom okraji mestskej časti Spišská Sobota, cintorín na severe mestskej časti Veľká, letisko, asi 2 kilometre na západ od mestskej časti Veľká a historické centrum mestskej časti Spišská Sobota. Všetky tieto body záujmu, okrem letiska, sú v dobrom dosahu od zastávok MHD. Mestská časť Stráže pod Tatrami plní takmer výhradne obytnú funkciu s nízkou zástavbou, nachádza sa na východ od centra mesta, avšak spoje, ktoré tam

pokračujú, využívajú v ranných a popoludňajších hodinách študenti gymnázia na Kukučínovej ulici. V jeho blízkosti sa nachádza železničná zastávka Poprad – Spišská Sobota, ktorú využívajú študenti, dochádzajúci do Popradu vlakom. Veľa ľudí taktiež mieri v určité časy zo Svitú do Popradu, prípadne naopak.

1.3 Všeobecná charakteristika systému mestskej hromadnej dopravy

Mestská hromadná doprava sa v mnohých, hlavne väčších mestách stala neoddeliteľnou súčasťou jeho fungovania. Rast mesta býva podmienený dobre fungujúcou MHD a tá sa rozrastá spolu s mestom, aby bola zaistená obsluha obyvateľov aj v novo vytvorených sídelných útvaroch.

„Mestská hromadná doprava je verejná hromadná osobná doprava – určená k preprave osôb na území mesta prípadne v jeho záujmovom území.“ [1] Dôležitým faktorom v prípade rozhodovania, či cestujúci použije MHD je celkový čas premiestnenia „od dverí k dverám“, teda čas pobytu v dopravnom prostriedku zväčšený o čas chôdze na zastávku, čas čakania na spoj, čas prestupu a čas presunu zo zastávky výstupu do požadovaného miesta.

Dopravná sieť MHD predstavuje súbor všetkých dopravných ciest, ktoré sú spôsobilé (technicky a inak) pre prevádzku vozidiel MHD na nich. V praxi rozlišujeme základnú a prekrývajúcu dopravnú sieť MHD. Základnú dopravnú sieť tvoria prepravné smery s najväčšou intenzitou prepravného prúdu. Spravidla to sú spojnice významných častí a oblastí mesta, napríklad centrum so sídliskom, alebo sídlisko s dopravným uzlom apod. Prekrývajúca dopravná sieť predstavuje doplnenie základnej dopravnej siete, intenzita prepravného prúdu nie je taká vysoká, linky obsluhujúce zastávky na prekrývajúcej dopravnej sieti prepravujú cestujúcich k prestupným uzlom na základnej dopravnej sieti, prípadne sa na základnú dopravnú sieť napájajú.

Linky v dopravnej sieti MHD možno rozdeliť podľa vzťahu k centru dopravnej oblasti na: radiálne linky spájajúce okrajové časti mesta s centrom dopravnej siete, diagonálne, ktoré spájajú 2 okrajové časti dopravnej oblasti a vedú cez jej centrum, tangenciálne, ktoré nevedú centrom dopravnej oblasti a okružné, ktoré začínajú aj končia svoju trasu v centre dopravnej oblasti a na svojej trase obsluhujú určitú časť oblasti. Reálne linky môžu byť aj kombináciou vyššie uvedených druhov liniek.

Z hľadiska hodnotenia atraktivity linky je dôležitým parametrom linky jej nepriamosť. Nepriamosť linky je definovaná ako pomer skutočnej dĺžky trasy a najkratšej

spojnice východzej a cieľovej zastávky vedenej po dopravnej sieti. Podľa prof. Surovca [1] sa za primeranú hodnotu nepriamosti berie hodnota 1,2 – 1,3.

MHD má niekoľko charakteristických znakov. Vyznačuje sa veľkým počtom prepravených osôb, vysokou intenzitou prepravného prúdu a nerovnomerným rozložením intenzity prepravného prúdu. Nerovnomerným rozložením prepravného prúdu sa myslí nerovnomerné rozloženie v čase, ale aj priestore.

Z časového hľadiska sa nerovnomernosťou prepravného prúdu rozumie zvýšený dopyt po preprave v tzv. prepravných špičkách a znížený dopyt po preprave v tzv. prepravných sedlách.

V prepravných špičkách je intenzita prepravného prúdu väčšia ako denný priemer. Prepravné špičky sa vyskytujú spravidla 2 krát za deň – na začiatku dňa sa nachádza tzv. ranná prepravná špička a v priebehu dňa potom popoludňajšia prepravná špička. Prvou prepravnou špičkou je ranná špička. Ranná prepravná špička je spôsobená odchodom ľudí (a teda cestujúcich) do zamestnania, prípadne do škôl. Jej trvanie aj charakteristické časy sa môžu líšiť mesto od mesta, ale takisto aj v rámci jedného mesta medzi viacerými dopravnými systémami (napr. električková a autobusová doprava). Ranná špička býva časovo kratšia, no intenzívnejšia. V priebehu rannej špičky nie je výnimkou, že vozidlá jazdia s prekročenou definovanou kapacitou. Druhou prepravnou špičkou je popoludňajšia prepravná špička. Popoludňajšia prepravná špička je vynútená pohybom obyvateľov (a teda cestujúcich) zo školy a zamestnania. Táto špička nie je tak intenzívna, pretože trvá dlhšie ako ranná špička.

Medzi prepravnými špičkami sa nachádzajú prepravné sedlá. V týchto časoch je intenzita prepravného prúdu menšia ako denný priemer. Cestujúcich predstavujú prevažne náhodní a príležitostní cestujúci. Medzi rannou a popoludňajšou prepravnou špičkou sa nachádza tzv. dopoludňajšie prepravné sedlo. Po popoludňajšej prepravnej špičke nastáva večerné sedlo, kde je pohyb cestujúcich opäť skôr náhodný, cestujúci využívajú MHD vo večernom sedle pre cesty za nákupmi, kultúrou, zábavou, prípadne z osobných dôvodov. V nočných hodinách je dopyt najmenší.

Priestorovú nerovnomernosť je možno chápať ako nerovnomerné rozloženie cestujúcich po trase. Počet cestujúcich sa väčšinou zo začiatku trasy linky zvyšuje až do určitého bodu, kedy sa opäť začne znižovať. V prípade radiálnych liniek býva počet cestujúcich väčší pri smere do centra v rannej špičke a pri smere z centra v popoludňajšej špičke.

Z dôvodu prehľadnosti majú spoje MHD často zavedený pravidelný interval. Interval dopravy je časový úsek, ktorý ubehne medzi prejazdom 2 po sebe idúcich spojov danej linky v jednom smere a v určitom mieste na trase. Pri pravidelnom intervale a za predpokladu neznalosti CP cestujúcim, predstavuje priemerný čas čakania na spoj polovicu tohto intervalu na danej linke. Niektoré CP dokonca neudávajú časy odchodov, ale odkazujú na to, že na linke je zavedený určitý interval. Toto sa však v MHD Poprad nevyskytuje, keďže linky väčšinou pravidelný interval nemajú.

Prepravná kapacita liniek v určitom smere je schopnosť dopravného prostriedku prepraviť určité množstvo osôb za jednotku času v jednom smere a danom profile trate. Závisí od obsaditeľnosti vozidiel a intervalu dopravy. Na zastávkach dochádza k výmene cestujúcich, určitý počet nastupuje, určitý počet vystupuje, za predpokladu, že sa tieto počty nerovnajú, dôjde k zmene obsadenosti vozidla.

2. Charakteristika súčasného stavu MHD Poprad

2.1 Vozidlový park

V súčasnej dobe (11/2018) podľa dodatku č. 7 o službách vo verejnom záujme v mestskej hromadnej autobusovej doprave na roky 2010 – 2019 uzavretú medzi mestom Poprad a dopravcom SAD Poprad a.s., MHD Poprad disponuje osemnástimi vozidlami. Najstarším predstaviteľom vozového parku sú 4 autobusy MAN Lion's City zaradené do vozidlového parku dopravcu v roku 2008. Tieto autobusy majú dĺžku 12 metrov, ich maximálna kapacita je 81 osôb, z toho 32 sediacich. Najpočetnejším zástupcom vo vozovom parku dopravcu je 12 metrový autobus Troliga Leonis. Dopravca prevádzkuje 6 vozidiel, pričom 4 z nich boli zaradené do prevádzky v roku 2010 a 2 z nich v roku 2018. Ich kapacita je 98 cestujúcich, z toho 30 sediacich. Raritou vo vozovom parku je dvojpodlažný autobus Troliga Sirius s kapacitou 83 cestujúcich, z toho 42 sediacich na hornom a 26 sediacich a 15 stojacich na dolnom podlaží a s dĺžkou 10,5 metra. Podľa odpisového plánu sú vo vozovom parku pre MHD zaradené 2 prímestské autobusy, jeden model Troliga Fenix PMC a Troliga Pegasus, slúžiace hlavne ako záložné vozidlá. Všetky tieto vozidlá sú vybavené naftovým motorom. Vo vozovom parku je jedno vozidlo s alternatívnym pohonom, konkrétne sa jedná o elekťrobus Troliga Leonis Electric s kapacitou 94 osôb, z toho 30 sediacich. Jeho dĺžka je štandardných 12 metrov. Vozidlá menších kapacít predstavujú vozidlá tureckého výrobcu Karsan. Väčší midibus Karsan Atak má dĺžku 8,15 metra a kapacitu 58 cestujúcich, pričom 23 z nich môže sedieť. Pre potreby MHD zaradil dopravca do prevádzky 2 vozidlá. Menší model výrobcu Karsan je minibus Karsan Jest+ s dĺžkou 5,8 metra. Jeho maximálna kapacita je 22 osôb. Vo vozidlovom parku sú zaradené 2 vozidlá tohto typu. Modely Karsan Atak aj Jest+ sú poháňané naftovými motormi.

2.2 Popis linkovej siete a charakteristika liniek

Linka č. 1

Linka č. 1 patrí medzi najvýznamnejšie linky MHD. Táto linka je trasovaná ako okružná. Vychádza zo zastávky Poprad, AS a pokračuje po ulici Hraničná, na ktorej sa nachádza niekoľko významných bodov záujmu, konkrétne základná škola, Úrad práce, sociálnych vecí a rodiny, priemyselný areál Západ a odstavná plocha dopravcu, kde sa na vozidlách vykonáva údržba, prípadne opravárenské práce. Následne prechádza po uliciach Traktorová a Partizánska, obsluhuje sídlisko Západ, na ktorom sa nachádza niekoľko obchodných zariadení a špecializovaných predajní (inak sídlisko plní hlavne

obytnú funkciu), pokračuje cez širšie centrum mesta, kde je v časovej dostupnosti do 5 minút chôdze mestský úrad, obchodné centrum FORUM a rôzne obchodné a reštauračné zariadenia a kancelárske objekty v samotnom centre mesta, za ktoré je považované Námestie sv. Egídia. Trasa linky následne prechádza cez obytnú štvrť na Baníckej ulici, z ktorej sú v časovej dostupnosti do 5 min chôdze zastávky PP, Levočská ul. a PP, Nemocnica. Práve zastávku PP, Nemocnica často využívajú cestujúci dochádzajúci za zdravotnou starostlivosťou do nemocnice, alebo blízkej polikliniky, prípadne v ranných hodinách aj niektorí zdravotnícki pracovníci. Linka ďalej obsluhuje najväčšie sídlisko Juh, ktoré plní hlavne obytnú funkciu, ľudia tu však dochádzajú za nákupmi do obchodného domu Kaufland, alebo do nákupného centra MAX a obchodno – administratívneho centra OC Kriváň, ktoré ponúkajú zároveň aj pracovné príležitosti. Potom je trasa linky vedená späť na sídlisko Západ a ukončí svoju okružnú trasu vo východiskovej zastávke Poprad, AS. Linka slúži tiež ako spojenie sídlisk s veľkým uzlom regionálnej a diaľkovej aj medzinárodnej dopravy (železničná a autobusová stanica) a môže byť využitá na zdolanie tzv. „poslednej míle“, taktiež aj v opačnom smere pre prepravenie sa do tohto uzlu.

Linku využívajú v neskorších ranných a poobedných hodinách študenti niektorých stredných škôl. Ponuka spojov je zvýšená v ranných hodinách medzi 6 a 8 hod, kedy cez pracovný deň je maximálny interval medzi 2 spojmi najviac 45 minút. V popoludňajšom sedle (10 – 13 hod) má linka interval 90 min. Dopyt nie je veľký, preto v obedňajších hodinách je spojov minimum a cestovanie je v tomto období časovo náročné. V popoludňajších hodinách je v prevádzke zavedený 30 minútový interval cez pracovný deň a 60 minútový v dni pracovného pokoja. Túto pravidelnosť v pracovné dni cestujúci vítajú a v tomto čase spoj využívajú hlavne pre cesty zo školy, alebo zamestnania. Na linke jazdia hlavne 12 metrové autobusy, či už MAN Lion's City, Troliga Leonis, alebo elektrobuses Leonis Electric, niekedy sa však môžeme stretnúť s midibusmi Karsan Atak. Ako je zjavné z prílohy A, cestovný poriadok tejto linky možno považovať za prehľadný, jej trasu však už nie (viď. obr. 1.1), aj napriek tomu že trasa je homogénna, čo znamená, že všetky spoje tejto linky majú rovnakú trasu.

Odchody a príchody autobusov nemajú v zastávke Poprad, AS nadväznosť na vlakové spoje, či spoje autobusovej regionálnej, alebo diaľkovej dopravy.

Linka č. 2

Linka č. 2 je radiálnou linkou spájajúcou širšie a samotné centrum mesta s mestskou časťou Spišská Sobota a priemyselným areálom a obytňou časťou mestskej časti Matejovce. Linka býva vyťažená v dobe prepravnej špičky. Táto linka začína trasu na zastávke Poprad, AS, odkiaľ vedie po uliciach Alžbetina, Hviezdoslavova a 1. mája, kde sa nachádzajú obytné bloky, zdravotnícke zariadenie ADUS, Tatranská galéria v Poprade, okresný úrad a Gymnázium Dominika Tatarku. Následne pokračuje po Štefánikovej ulici, teda okrajom centra mesta a ďalej k zimnému štadiónu. Tu sa nachádzajú významné športoviská ako Národné tréningové centrum Slovenského futbalového zväzu (futbalový štadión) a zimný štadión a taktiež vyhľadávané termálne kúpalisko Aquacity Poprad a supermarket Lidl. Ďalej pokračuje linka k sídlu podniku Tatravagónka, ktorý je jedným z najvýznamnejších zamestnávateľov v meste. Niektoré spoje prechádzajú cez mestskú časť Spišská Sobota, ktorú tvoria prevažne rodinné domy, ale aj základná a materská škola, cintorín, samoobslužný obchod a historické námestie, ktoré je aj s kostolom sv. Juraja významnou kultúrnou pamiatkou a cieľom turistov aj vďaka početným ubytovacím kapacitám. Linka ďalej vedie späť na ulicu Štefánikova a do priemyselného areálu v mestskej časti Matejovce. V ňom sa nachádzajú zastávky pomenované podľa prilahlých spoločností, ktoré predstavujú veľmi významných zamestnávateľov nie len v meste Poprad, ale v celom regióne. Taktiež sa tu nachádza stredná škola a niekoľko rodinných domov v tzv. Továrenskej štvrti. Linka pokračuje až do obytnej zóny mestskej časti Matejovce. Tu sa nachádza, okrem základnej občianskej vybavenosti, kostola a niekoľkých reštaurácií a nízkej aj výškovej zástavby v podobe niekoľkých panelových domov.

Linka býva vyťažená hlavne v špičke a v časoch, kedy sa v priemyselnom areáli v mestskej časti Matejovce striedajú zmeny, táto linka skôr však len dopĺňa linku č. 4, slúži pre ľudí, ktorí dochádzajú za prácou vlakom, alebo regionálnou autobusovou dopravou. V opačnom smere môže byť v relevantných časoch využívaná obyvateľmi mestskej časti Matejovce na cestu do centra, prípadne na železničnú a autobusovú stanicu. Rôzne podniky môžu mať dvoj, alebo troj, či dokonca štvorzmenový systém, čím sa zlepšuje rozloženie dopytu v čase. Linku obsluhujú prevažne 12 metrové vozidlá, niekedy sa však na linke vyskytujú aj midibusy. Trasa linky je nehomogénna, teda nie všetky spoje majú rovnakú trasu. Na linke sa v smere do mestskej časti Matejovce vyskytuje hodinový interval, nie však pri všetkých spojoch. V opačnom smere nie je pravidelnosť tak značná. Trasa a CP linky nie sú veľmi prehľadné (vid'. obr. 1.1 a príloha A).

Nadväznosť na vlakové a autobusové spojenia je skôr náhodná, niekedy však autobus odíde pár minút pred príchodom osobného vlaku, kde sa môžu nachádzať potenciálni cestujúci dochádzajúci za prácou, ktorí musia potom na ďalší spoj čakať dlhší čas.

Linka č. 3

Linka č. 3 je radiálne-okružnou linkou v systéme MHD Poprad. Jej trasa začína na zastávke PP, Nové mesto, Juh III, a ďalej obsluhuje sídlisko Juh, kde sa nachádza prevažne výšková zástavba obytných panelových domov a občianska vybavenosť ako základná škola, pošta a niekoľko obchodov... Trasa linky potom vedie bez zastávok na autobusovú stanicu. Odtiaľ pokračuje v smere na sídlisko Západ a ďalej do mestskej časti Veľká. V tejto mestskej časti sa nachádza prevažne nízka zástavba, hlavne rodinné domy, väčšina aj s príľahlým pozemkom, niekoľko panelových domov medzi ulicami Fraňa Kráľa a Na letisko, ktoré ležia v časovej dostupnosti do 5 min od zastávky PP, Veľká, nám. Väčšina obyvateľov tejto oblasti vlastní osobný automobil a služby MHD využívajú veľmi zriedka. Významné body záujmu tu predstavujú najväčší mestský cintorín, základná škola na ulici Fraňa Kráľa – mimo časovej dostupnosti zastávky MHD do 5 min, stredná škola na ulici Široká v dostupnosti zastávky Poprad, Teplická Široká, expozícia Scherfellov dom, kostol sv. Jána Evanjelistu a niekoľko vyhľadávaných reštauračných zariadení na Velickom námestí a Vodárenskej ulici. Trasa vedie ďalej na východ, kde mestská časť Veľká susedí s mestskou časťou Spišská Sobota. V blízkosti zastávok na trase sa nachádzajú prevažne rodinné domy, historické námestie mestskej časti Spišská Sobota a početné penzióny a reštaurácie. Po obslúžení mestskej časti Spišská Sobota sa linka vracia späť na autobusovú stanicu. V opačnom smere sa trasa mierne líši v mestskej časti Spišská Sobota, kedy trasa nevedie po ulici Vagonárska, ale po uliciach Košická a Slobody, čo zlepšuje časovú dostupnosť MHD obyvateľom severnej časti mestskej časti Spišská Sobota. Na sídlisku Juh potom linka nevedie okolo sídliska po ulici Suchoňova, ale je hneď ukončená na konečnej zastávke PP, Nové mesto, Juh III.

Linka spája mestské časti, ktoré by mohli byť chápané ako predmestia s centrom mesta, resp. s najväčším sídliskom v opačnom smere, využívajú ju obyvatelia týchto mestských častí, ktorý sa potrebujú dostať do centra, alebo na druhú stranu mesta, prípadne na autobusovú, alebo vlakovú stanicu. V týchto mestských častiach vlastní väčšina domácností automobil, preto sa spoliehajú skôr na individuálnu dopravu, hlavne preto, že inak by sa museli prispôbiť časom odchodov spojov a nemôžu sa spoľahnúť

na pravidelný interval. Na linke jazdia 12 metrové autobusy, midibusy, aj minibusy. Trasa linky nie je homogénna, niektoré spoje v mestskej časti Veľká zachádzajú k cintorínu, čo však prehľadnosť veľmi neovplyvňuje (viď. obr. 1.1), keďže sa jedná o krátku zachádzku s 1 zastávkou. Neprehľadnosť trás môže spôsobiť medzi cestujúcimi chaos. Trasa tejto linky najprv cez AS prechádza a následne sa na ňu vracia, tentokrát už však na zastávke Poprad AS končí. CP sa dá pokladať za prehľadný, keďže interval je buď 60, 90, alebo 120 minút, s prípadnými odchýlnosťami o 5 minút a v jednom prípade časom medzi spojmi 35 minút v čase začínajúcej poobedňajšej špičky (viď. príloha A).

Linka č. 4

Linka č. 4 je jediná diagonálna linka v súčasnom systéme MHD. Patrí medzi najvyťaženejšie linky, keďže spája najväčšie sídlisko Juh s priemyselným areálom Matejovce a pokračuje do obytnej časti mestskej časti Matejovce. Trasa začína na sídlisku Juh a pokračuje do širšieho centra. Možnosti v časovej dostupnosti týchto zastávok boli opísané pri predchádzajúcich linkách. Trasa linky 4 ďalej vedie do mestskej časti Stráže pod Tatrami. Tej predchádza zastávka PP, Kukučínova, v blízkosti ktorej sa nachádza železničná zastávka Poprad – Spišská Sobota, gymnázium a stredná škola. Táto oblasť sa momentálne významne rozrastá a vzniká tu pomerne veľa nových väčšinou obytných priestorov, ale aj reštauračné zariadenia a hotely. Linka potom obsluhuje mestskú časť Stráže, odkiaľ pokračuje po Štefánikovej ulici okolo Tatravagónky do mestskej časti Matejovce. Jeden spoj na tejto linke prechádza cez mestskú časť Spišská Sobota. V mestskej časti Matejovce vedie trasa tak, ako aj trasa linky 2. V opačnom smere žiaden spoj neobsluhuje mestskú časť Spišská Sobota. Trasy spojov tejto linky sú výrazne nehomogénne.

Táto linka slúži v špičke hlavne pre zamestnancov priemyselných podnikov v mestskej časti Matejovce, preto patrí v určitých časoch medzi najvyťaženejšie. Jej trasa je zložitá, aby obslúžila čo najväčšiu plošnú časť mesta, spoje rôzne zachádzajú do mestských častí. Časť trasy, ktorá vedie do mestskej časti Stráže má okružný tvar. Toto výrazne predlžuje časy spojov. Táto linka však do mestskej časti Stráže zachádza len v sobotu, nedeľu a štátom uznané sviatky, kedy nepremáva linka 5, ktorá obsluhuje túto mestskú časť v pracovné dni. Cez mestskú časť Spišská Sobota prechádza 1 spoj. Ako táto linka je vedený aj spoj č. 45, ktorý prechádza cez sídlisko Baníčka a končí na autobusovej stanici. Premáva jedine v nedeľu a štátom uznaný sviatok, jedná sa o technologický prejazd vozidla, ktorý spája sídlisko juh s centrom v ranných hodinách. Víkendové spoje zachádzajú aj

k autobusovej stanici, čím nahrádzajú úlohu linky č. 2, ktorá premáva len v pracovné dni. Táto zachádzka je žiadúca, keďže väčšina výrobných závodov funguje nepretržite a zamestnanci teda dochádzajú aj v dni pracovného pokoja.

Na linke jazdia primárne 12 metrové vozidlá. Trasa je značne nehomogénna a dosť odlišná v pracovné dni a dni pracovného pokoja, ale aj v rámci jednotlivých dní, či už pracovných, alebo dní pracovného pokoja. CP je taktiež značne neprehľadný (viď obr. 1.1 a príloha A).

Linka č. 5

Linka č. 5 je radiálna linka, vedúca z autobusovej stanice, okrajom centra na sídlisko Juh, ďalej okolo nemocnice a opäť cez širšie centrum do mestskej časti Spišská Sobota odkiaľ pokračuje po Štefánikovej a Kukučínovej do mestskej časti Stráže pod Tatrami. Prvý ranný spoj z mestskej časti Stráže obsluhuje okrajovo aj sídlisko Západ, v blízkosti jeho zastávky PP, obch. dom sa nachádza dom služieb a súkromná stredná škola. Zaujímavosťou je, že prvá linka v smere do mestskej časti Stráže má nepriamosť 1. Z autobusovej stanice pokračuje bez zastávok priamo na konečnú PP, Stráže námestie. So 7 minútovou jazdnou dobou a 3 km trasou je to najkratší (vzdialenosťou aj časovo) spoj v systéme MHD Poprad. Všetky spoje premávajú len v pracovný deň.

Linka spája primárne mestskú časť Stráže s centrom mesta, ale aj s ostatnými časťami. Linka nebýva až tak vyťažená, využíva ju niekoľko obyvateľov mestskej časti Stráže, alebo prípadní cestujúci po trase. Nadväznosť spojov tejto linky na diaľkovú dopravu je skôr náhodná než cielená. Na linke je možné najčastejšie stretnúť minibusy Karsan Jest +, ale niekedy aj midibusy aj 12 metrové autobusy. Trasa linky nie je homogénna a je značne neprehľadná. CP pre cestujúceho nie je ľahko zapamätateľný, keďže sa čas odchodov medzi 2 spojmi v danom smere často mení (viď. príloha A).

Linka č. 6

Linka č. 6 je okružná linka, jej trasa sa začína na autobusovej stanici. Odtiaľ pokračuje širším centrom a po Rožňavskej ceste okolo OC MAX a OC Kriváň, potom obsluhuje sídlisko Juh. Odtiaľ pokračuje okolo nemocnice a po Levočskej ul. na Štefánikovu, a späť na konečnú zastávku Poprad, AS. Trasa tejto linky je homogénna

a všetky spoje majú rovnaký čas jazdy na linke a to 31 minút. Táto linka premáva len v pracovné dni.

Linka má skôr doplňujúci charakter vo významnosti, predstavuje relatívne rýchle spojenie autobusovej a železničnej stanice a centra so sídliskom Juh, resp. naopak, keďže sa jedná o okružnú linku. Je vedená podobne ako linka č. 1, ale obsluhuje primárne západnú časť sídliska Juh, tzv. Nový Juh. Dá sa povedať, linka č. 6 má podobný charakter, ako linka č. 1, jej okružný tvar je však vedený opačným smerom a je kratší o 4 km. V špičke býva využívaná cestujúcimi pracujúcimi v centre, alebo študentami stredných škôl. Linka je vhodná na zdolávanie „poslednej míle“, avšak nadväznosť spojov linky č. 6 a vlakové a autobusové spoje diaľkovej dopravy je opäť skôr náhodná. Na linke sa objavujú 12 metrové vozidlá, ale aj midibusy Karsan Atak. Trasa je homogénna a v porovnaní s ostatnými veľmi prehľadná (viď. obr. 1.1). Čo sa týka CP, ten už tak prehľadný nie je, keďže sa 90 minútový interval vyskytuje len v popoludňajšom a večernom sedle (viď. príloha A). V špičke sa časy medzi odchodom dvoch spojov menia.

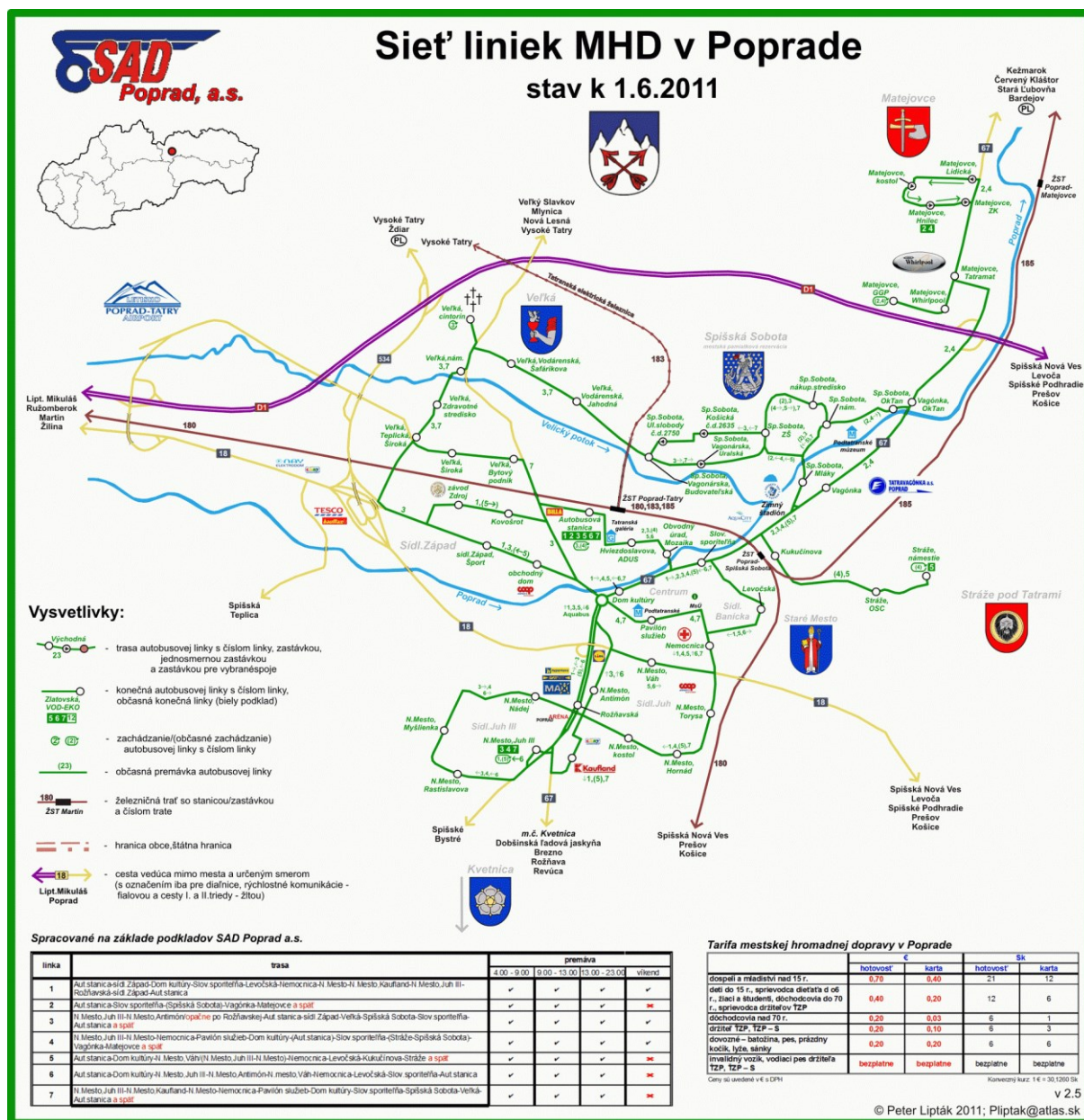
Linka č. 7

Linka č. 7 je radiálne-diagonálna linka, spája zastávky PP, Nové mesto Juh III a Poprad, AS, avšak na svojej trase obsluhuje sídlisko Juh, centrum, mestské časti Spišská Sobota a Veľká. Z východzej zastávky obsluhuje Nový Juh, potom pokračuje k nemocnici a po Francisciho ulici, kde sa zastávka PP, Nákupné centrum Forum nachádza v bezprostrednej blízkosti nákupného centra. Ďalej pokračuje na Štefánikovu potom odbočí doľava a smeruje do mestskej časti Spišská Sobota a ďalej do mestskej časti Veľká. Potom už vedie linka po uliciach Železničná a J. Wolkerova na konečnú zastávku Poprad, AS. V opačnom smere sa trasa linky líši v mestskej časti Spišská Sobota, kde prechádza jej južnejšou časťou a zlepšuje tak časovú dostupnosť MHD. Na linke sa striedajú 12 metrové vozidlá a midibusy Karsan Atak. Trasa linky je homogénna a veľmi prehľadná. CP je takisto prehľadný (viď. obr. 1.1 a príloha A), keďže na linke je zavedený 60, alebo 120 minútový interval s 3 výnimkami, kedy medzi časmi odchodu spojov č. 1 a č. 3 je 75 minút, medzi spojmi č. 3 a č. 5 je to 40 minút. Tretou výnimkou je spoj č. 9, ktorý odchádza 55 minút po predošlom a 65 minút pred nasledujúcim spojom. V opačnom smere sú tieto výnimky 2, keď je medzi časom odchodu spoja č. 4 a č. 6 rozdiel 55 minút a spoj č. 12, ktorý odchádza 100 minút po predchádzajúcom a 140 minút pred nasledujúcim spojom. Táto linka je najprehľadnejšou v súčasnom systéme MHD Poprad.

Linka č. 8

Linka č. 8 je okružná linka, ktorá nemá veľký dopravný význam pre cestujúcich – obyvateľov mesta. Linka je mestom prezentovaná ako turistická. Je to v súčasnosti jediná autobusová linka vybavená zvukovým informačným systémom. Ten predstavuje audio sprievodcu, ktorý informuje cestujúcich na tejto linke o zaujímavostiach v okolí a o histórii mesta. Linka začína a končí na autobusovej stanici. Prechádza cez mestské časti Veľká a Spišská Sobota do mestskej časti Matejovce, kde sa otočí, ďalej pokračuje po Štefánikovej ulici. Rarita tejto linky je jej vjazd do pešej zóny a prejazd asi 150 m cez Námestie svätého Egídia, popred obchodné centrum Forum a po Mnoheľovej ulici späť na Štefánikovu, odkiaľ pokračuje cez zastávky PP, Obvodný Úrad, Mozaika a PP, Hviezdoslavova ADUS na konečnú zastávku Poprad, AS.

Keďže sa jedná o turistickú linku, častokrát v blízkosti významných turistických bodov (napr. námestie v Spišskej Sobote, alebo Námestie sv. Egídia) sa vozidlo pohybuje nízkou rýchlosťou. Na túto linku je prednostne vypravované dvojpodlažné vozidlo Troliga Sirius, ktoré je opatrené aj príslušným reklamným polepom „Objav Poprad“. Trasa linky je homogénna, jej prehľadnosť je však bezpredmetné hodnotiť, keďže nemá uspokojovať prepravné požiadavky obyvateľov mesta Poprad. Jej CP možno hodnotiť ako prehľadný, avšak je doplnený poznámkami o tom, v ktoré dni a v ktorom období linka premáva (viď. príloha A).



Obr. 1.1: Schéma siete MHD Poprad ku dňu 1.6.2011 (posledná zverejnená schéma, v schéme chýba linka č. 8, ktorá v tej dobe ešte nepremávala). [15]

Číslo linky	Druh linky	Prevádzková doba linky		Počty spojov		Nepriamosť (priemerná nepriamosť)	Nepriamosť v opačnom smere
		v pracovné dni	v dňoch pracovného pokoja	v pracovné dni	v dňoch pracovného pokoja		
1	okružná	4:20-19:10	4:20-19:10	21	14	-	-
2	radiálna	5:20-22:30	nepremáva	26	0	1,42	1,6
3	radiálne-okružná	4:55-18:21	4:55-18:21	24	10	5,6	6,2
4	diagonálna	4:50-22:43	5:05-22:52	32	15	2,5	2,6
5	diagonálna	4:35-18:42	nepremáva	22	0	2,9	2,7
6	okružná	4:50-20:31	nepremáva	17	0	-	-
7	radiálne-diagonálna	4:50-20:27	nepremáva	24	0	6,2	5
8	okružná	10:00 - 16:46	14:00-14:46	2°	1°	-	-

° linka premáva v pondelok, stredu a piatok o 10 a 16 hodine, v období letných prázdnin (1.7-31.8.) v sobotu a dni pracovného pokoja o 14 hodine

Číslo linky	Dĺžka trasy [km]	Čas spoja [min]	Interval v rannej špičke [min]	Interval v dopoludňajšom sedle [min]	Interval v poobednej špičke [min]	Interval vo večernom sedle [min]
1	14	40	~30	90	30 / 60 *	60 / 90*
2	6-12	15-30	nepravidelný	60	nepravidelný	nepravidelný
3	13-14	41	60 / 120*	~120	60 nepremáva*	90 / 240*
4	13-23	30-51	nepravidelný	120 / 180*	~60 / 1 spoj*	120
5	3-12	7-40	~60	~90	60	1 spoj
6	10	31	~40	90	~45	90
7	13-16	42	~60	120	60	120
8	16	46	-	-	-	-

Číslo linky	Interval v rannej špičke v opačnom smere [min]	Interval v dopoludňajšom sedle v opačnom smere [min]	Interval v poobednej špičke v opačnom smere [min]	Interval vo večernom sedle v opačnom smere [min]
1	-	-	-	-
2	nepravidelný	nepravidelný	60	nepravidelný
3	65 / 130*	150	60	1 spoj
4	nepravidelný	120	nepravidelný 200*	~120
5	~60	1 spoj	~60	1 spoj
6	-	-	-	-
7	~60	nepravidelný	60	120
8	-	-	-	-

Hodnoty nepriamosti sa z dôvodu rozdielnych trás spojov a nepravidelnosti berú ako hodnoty váženého priemeru

*hodnota pre dni pracovného pokoja

Tab. 1.1: Vybrané parametre liniek MHD v Poprade vychádzajúce zo súčasného stavu. [16]

Číslo linky	1	2	3	4	5	6	7	8
Priemerná rýchlosť [km.h ⁻¹]	21	23,9	20,1	25,4	23,1	19,4	20,8	20,9

Tab. 1.2: Priemerná rýchlosť liniek. Hodnoty boli vypočítané ako priemerné hodnoty na všetkých spojoch danej linky [16]

3. Teoretické východiská riešenia

3.1 Aspekty návrhu systému MHD

Základným cieľom každého systému MHD by malo byť splnenie jeho základnej funkcie, teda ponuka možnosti prepravy pre potenciálneho cestujúceho v rámci dopravnej oblasti, alebo v čo najväčšej miere uspokojenie prepravných potrieb s vynaložením čo najmenších nákladov. Hlavným záujmom dopravcu by malo byť dosiahnutie čo najvyššej bezpečnosti a efektívnosti prepravného procesu. Tým sa myslí vytvorenie ponuky prepravnej príležitosti, o ktorú bude záujem a uskutočniť prepravný proces spôsobom, ktorý nebude ohrozovať život, zdravie, alebo majetok a bude efektívny.

Bezpečnosťou systému MHD je najdôležitejším aspektom systému a mala by byť prioritou pre dopravcu a objednávateľa. Bezpečnosť znamená vytvoriť také podmienky, ktoré budú zabráňovať vznikom nehôd a iných nechcených udalostí (aktívna bezpečnosť), prípadne budú zmierňovať ich následky na život a zdravie človeka, prípadne majetok (pasívna bezpečnosť). Bezpečnosti musia byť prispôbené nie len vozidlá ale aj infraštruktúra. Pozemné komunikácie musia byť dostatočne široké, zastávka MHD musí byť napojená na chodník, prípadne priechod pre chodcov apod.

Efektivitou sa rozumie celková náročnosť na vytvorenie prepravnej ponuky, zaistenie bezpečnosti a realizáciu prepravného procesu, ako aj prevádzku MHD ako celku. Táto náročnosť, resp. požiadavky na zdroje (materiálne, ľudské, energetické, finančné apod.) by mali byť minimalizované. Minimalizácia náročnosti na zdroje je v záujme dopravcu (prevádzkovateľa), samosprávy, resp. mesta (objedávateľa), ako aj v záujme širokej verejnosti (napr. ekológia).

Ďalším faktorom návrhu systému MHD je dostatočná časová a priestorová ponuka spojov. Tým sa myslí prepravná príležitosť pre cestujúceho.

Dostupnosť MHD musí byť zabezpečená z priestorového hľadiska, keďže sa premiestňovací proces uskutočňuje „od dverí k dverám“, zastávka sa musí teda nachádzať v prijateľnej dochádzkovej vzdialenosti od miesta začiatku cesty (zastávka vzdialená do 5 min sa považuje za dobre dostupnú zastávku), taktiež cieľ cesty by sa mal nachádzať v dostupnosti zastávky MHD. Z prevádzkovo-ekonomického a aj priestorového hľadiska nie je možné zabezpečiť priame spojenie všetkých zastávok na sieti MHD navzájom. Preto niektoré cesty vyžadujú jeden prípadne viac prestupov medzi linkami. Prestupy nie sú medzi cestujúcimi veľmi obľúbené, preto ich cestujúci realizuje, len ak sú nevyhnutné.

Časová dostupnosť MHD predstavuje možnosť prepraviť sa v určitom čase. Cestujúci by teda mal mať možnosť byť prepravený v nejakom čase. Preto je v prepravnej špičke, keď ľudia smerujú do zamestnania, prípadne školy, časová ponuka, aj priestorové vedenie liniek spravidla väčšie ako v prepravnom sedle. V prepravnom sedle je minimum pravidelných cestujúcich, vyskytujú sa príležitostní cestujúci, ktorých prepravná potreba vznikla náhodne (napr. návšteva lekára). Potenciálny cestujúci by mal mať príležitosť byť prepravený, aj v momente keď jeho prepravná potreba vznikne náhodne pri rozumnom čase čakania na spoj. Ak ponuka spojov nie je dostatočná z časového hľadiska, potenciálny cestujúci uprednostní iný a často rýchlejší spôsob premiestnenia (IAD, bicykel, prípadne chôdza).

Pri plánovaní liniek je, ako už bolo napísané v úvode práce, dôležitým faktorom ovplyvňujúcim atraktivitu a efektivitu liniek MHD nepriamosť trasy. Trasy by mali byť vedené s nepriamosťou okolo 1,2 – 1,4. Inak je trasa výrazne odchylna od priamej spojnice (vedenej po osi komunikácií úplnej dopravnej siete) zdroja a cieľa cesty, respektíve nástupnej a výstupnej zastávky, čo značne predlžuje celkový čas premiestnenia a odrádza potenciálnych cestujúcich. Z druhej strany, trasa vedená s nepriamosťou 1 by mohla spĺňať požiadavky na priestorovú obsluhu danej oblasti vo veľmi malej miere a bola by tak nevyhovujúca. Vedenie linky s primeranou nepriamosťou predstavuje akýsi kompromis medzi dobrou priestorovou obslužnosťou a celkovým časom prepravy. Ak už z rôznych dôvodov nie je možné zabezpečiť priame spojenie určitých dopravných okrskov, cestujúci by mal mať možnosť dosiahnuť nim požadovaný cieľ s prestupom. V prípade krátkeho intervalu na linke nadväznosť medzi spojmi nie je nutná, ak je však interval väčší, alebo nepravidelný, mali by spoje rôznych liniek v prestupných zastávkach na seba nadväzovať, aby sa dosiahlo pokrytie čo najväčšej obsluhovanej oblasti a ponuka spojov v čo najväčšej miere vyhovovala potrebám cestujúcich.

Efektivitu liniek MHD ovplyvňuje aj ďalší sieťový parameter – tzv. linkový súčiniteľ, ktorý udáva mieru súbehu viacerých liniek. Vypočíta sa ako podiel súčtu prevádzkovej dĺžky všetkých liniek v systéme MHD a prevádzkovej dĺžky dopravnej siete. V mestách s nižším počtom liniek by mal byť linkový súčiniteľ nižší, tým pádom súbeh liniek by sa mal vyskytovať minimálne, najčastejšie v centre dopravnej oblasti, alebo vo veľkých uzloch, kde dochádza k prestupu medzi linkami, alebo kde sa stretáva viac druhov dopravy.

Vo všeobecnej rovine je taktiež žiadúce, aby spoje MHD mali nadväznosť na spoje diaľkovej a regionálnej dopravy. Cestujúci potom môžu využiť MHD na zdolanie

tzv. poslednej míle, čo predstavuje presun z miesta príchodu diaľkového spoja (železničná stanica, autobusová stanica, letisko...) do cieľa cesty (miesto bydliska, hotel, turistická destinácia...). Toto platí aj v opačnom prípade keď sa potrebuje cestujúci dostať z počiatku svojej cesty na miesto prestupu na spoje diaľkovej a regionálnej dopravy.

Pri plnení všetkých týchto požiadaviek by sa malo prihliadať k maximálnej prehľadnosti celej siete liniek systému MHD. Prehľadnosť znamená, že aj príležitostný cestujúci sa vie v sieti rýchlo zorientovať a nájsť pre seba vhodný spoj aj s prípadnými prestupmi. Linkové vedenie by malo byť systematické, nekomplikované, jednoducho zapamätateľné, prehľadné a pochopiteľné. Linky by nemali viesť okľukami, ale priamejšie. Okružné linky by mali mať tvar uzavretého okruhu, v opačnom prípade pôsobí linka neprehľadne a hlavne zo schémy liniek MHD nie je v tomto prípade vždy jasné presné vedenie tejto linky, čo v cestujúcich vyvoláva nevedomosť a chaos. Sieť je o dosť prehľadnejšia ak sú jednotlivé linky určitého typu (radiálna, diagonálna...), v takom prípade je väčšinou zrejmé pre koho by mala byť linka primárne určená (napr. pre zamestnancov priemyselného areálu, obyvateľov sídliska apod.).

Z časového hľadiska je najjednoduchšie a najprehľadnejšie zaviesť na linke určitý interval. To znamená že dva po sebe idúce spoje odchádzajú z jednej zastávky v jednom smere v určitom pravidelnom časovom rozstupe. Špičkový a sedlový interval sa väčšinou líši, keďže v sedle nie je intenzita prepravného prúdu tak vysoká ako v špičke. V menších systémoch MHD, prípadne na linkách prekrývajúcej dopravnej siete nie je efektívne zavádzať interval, časy odchodov sú potom prispôsobené časom očakávaného zvýšeného prepravného prúdu, prípadne sú tieto intervaly väčšie.

Ak sa u cestujúceho neuvažuje znalosť CP a jeho príchod na zastávku je náhodný, priemerná doba čakania na spoj sa rovná polovici intervalu na linke. Čím kratší je interval, tým je cestujúci motivovanejší využiť MHD, lebo vie, že kratší interval pre neho znamená kratší čas čakania pri náhodnom príchode na zastávku, ale aj väčšiu ponuku spojov v čase, čo pre neho znamená menšiu závislosť na časoch odchodov nim požadovaného spoja.

Ďalším dôležitým faktorom je informovanosť, ktorá je nevyhnutne potrebná k dosiahnutiu prehľadnosti a pochopiteľnosti systému. Cestujúci musí mať prehľad o ponúkaných spojoch, vedení danej linky, informáciu o čase pravidelného odchodu uvedenú v CP atď. Informácie možno rozdeliť na statické a dynamické. Statické majú spravidla trvalejší charakter, predstavujú ich najmä zverejnené cestovné poriadky vo fyzickej, alebo elektronickej podobe, CP vyvesené na označníkoch zastávok, samotné

označenie zastávok označníkmi, schéma, mapa, alebo plán siete MHD. Dnešným štandardom pri nových vozidlách býva osadenie elektronickým panelom, zobrazujúcim vpredu smerovú orientáciu a číslo linky, zboku taktiež smerovú orientáciu a číslo linky, prípadne len číslo linky, vzadu spravidla len číslo linky. V CP by mali byť prehľadným a zrozumiteľným spôsobom podané informácie o vedení jednotlivých spojov, v prípade ak má daná linka viac variantov vedenia, prípadne niektoré spoje zachádzajú na niektoré zastávky. Taktiež, ak sa na sieti liniek vyskytujú spoje, na ktorých je garantovaný prípoj (možnosť prestupu) na ďalší spoj inej linky, musí byť táto skutočnosť v CP uvedená. Táto informácia by mala hovoriť o tom, na ktorej zastávke je tento prípoj a na ktorú linku je možné prestúpiť, prípadne uvedené, že prestup je na spoj určitej linky v opačnom smere. Takéto prípoje sú žiaduce hlavne v menších systémoch MHD (resp. systémoch MHD v menších mestách), kedy je takýmto prípojom možné výrazne rozšíriť priestorovú ponuku spojov, kedy má cestujúci možnosť sa dostať z oblasti obsluhovanej jednou linkou do ďalšej oblasti, ktorú obsluhuje daná linka, ale zároveň aj do oblastí, ktoré obsluhuje prípojná linka.

Dynamické informácie o priebehu spoja sú podávané cestujúcemu v priebehu prepravy. Tie predstavujú názov nasledujúcej zastávky, ktorá môže byť podaná zvukovým informačným systémom (hlásenie zastávok), vizuálnym informačným systémom (displej vo vozidle), prípadne ich kombinácia (audiovizuálny informačný systém). Ďalej medzi dynamické informácie možno zahrnúť informácie o zmenách v dopravnej sieti, zmeny v časoch odchodov spojov, prípadne informácie o výlukách vyvesené na zastávkach, cez ktoré prechádzajú dotknuté linky, prípadne sú tieto informácie podané komunikačnými prostriedkami (dnes najčastejšie internet, ale aj sociálne siete, alebo denná tlač).

Pri návrhu systému je potrebné taktiež zvážiť možnosť nočnej prevádzky. V noci sú prepravné prúdy minimálne a prepravné požiadavky cestujúcich vznikajú väčšinou náhodne, najčastejšie medzi centrom mesta a obytnými zónami. Nočné linky by mali byť vedené po základnej dopravnej sieti. V prípade nočných liniek je vyššia hodnota nepriamosti akceptovateľná, keďže v tomto prípade je snaha obslúžiť čo najväčšie územie aj na úkor rýchlosti premiestnenia. Prípoje na nočných linkách sú mimoriadne žiaduce, keďže sa tak dá dosiahnuť minimálny počet liniek potrebných pre obsluhu daného územia.

Cenové tarify musia byť nastavené tak, aby zodpovedali rozsahu prepravy a poskytovaných služieb. MHD je služba vo verejnom záujme, takže objednávateľom je mesto a často je nevyhnutné, aby prevádzka systému MHD bola dotovaná objednávateľom. Dopravca následne určí tarifu, ktorá určuje výšku prepravného. Závisí od dopravcu, ako tarifu nastaví. Môže účtovať prepravné v závislosti od vzdialenosti (v MHD

nevyužívané), v závislosti od času, teda časové lístky platné po určitú dobu, alebo pre jednotlivé jazdy, prípadne dopravca môže ponúkať dlhodobé cestovné doklady – cestovné doklady platné po dobu dlhšieho časového úseku (napr. mesiac, rok...), čo je výhodné hlavne pre pravidelných cestujúcich využívajúcich služby MHD takmer každý deň. Cena, resp. cenová dostupnosť MHD je s celkovým časom premiestnenia pre cestujúceho jedným z kľúčových parametrov pri rozhodovaní sa medzi využitím MHD a IAD. Krátkodobé časové cestovné lístky sú platné od validácie (označenia, priloženia k čítačke, vydania atď.) po dobu uvedenú na cestovnom lístku. Tieto lístky, spravidla, v čase svojej platnosti, sú platné na všetkých linkách daného dopravcu, prípadne v rámci tarifnej zóny v prípade integrovaných dopravných systémov. Ďalšie sú jednorazové lístky, tie väčšinou predáva vodič, ktorý odbavuje cestujúcich jednotlivo (povinný nástup prednými dverami), ktoré platia od nástupu do vozidla po výstup z vozidla, teda len na danom spoji. V systémoch s veľkým súčiniteľom výmeny cestujúcich je tento systém mimoriadne neefektívny, keďže jednotlivé odbavenie cestujúcich môže byť dosť zdĺhavé. Tento spôsob však zamedzuje preprave cestujúcim bez cestovného lístka. V niektorých systémoch je nástup prednými dverami povinný napr. v nočnej prevádzke, prípadne celodenne, vodič však neodbavuje cestujúcich jednotlivo, väčšina nastupuje s vopred zakúpeným cestovným lístkom. Pravidelný cestujúci ocenia možnosť zakúpenia predplatného cestovného lístka, ktorý býva väčšinou cenovo výhodný a platný dlhšiu dobu (väčšinou v rozsahu týždeň – rok). Menej používaným druhom cestovných lístkov sú potom pásmové lístky, ktoré platia v určitom úseku, určitej tarifnej zóne, alebo ako jednorazový lístok na obmedzený počet zastávok.

Podľa očakávanej intenzity prepravného prúdu a existujúcej infraštruktúry je potrebné zvoliť vhodné dopravné prostriedky MHD. Najrozšírenejšími sú autobusy. Počiatočné investičné náklady sú najnižšie, avšak autobusy predstavujú najmenej ekologické dopravné prostriedky. Medzi ich veľké prednosti patrí nezávislosť na infraštruktúre (neviazané na trolejové vedenie či koľaje) a schopnosť prispôbiť sa rýchlo zmenám v požiadavkách cestujúcich. Spaľovacie motory nemajú v porovnaní s elektromotormi tak dobré trakčné vlastnosti, ani účinnosť, taktiež sú náročnejšie na údržbu. Lepšie trakčné vlastnosti elektromotorov však majú za následok väčšie poškodenie vozovky, hlavne v miestach rozbehu (zastávky, križovatky) Pri behu na voľno majú spaľovacie motory stále nejakú spotrebu, čím sa marí určité množstvo pohonných hmôt. Oproti električkovej doprave a niektorým nekonvenčným systémom sú autobusy tiež citlivé na dopravné kongescie. Tomu je však možné predchádzať systémom preferencie MHD (napr. špeciálne pruhy pre MHD, preferencia v signalizačných plánoch križovatiek podľa systému GPS...). Autobusová doprava je využiteľná do intenzity prepravného prúdu do 4 000 osôb za hodinu, čo súvisí

s kapacitou autobusov. Štandardné autobusy majú dĺžku 12 metrov a kapacitu medzi 80 – 100 cestujúcich, dlhšie (väčšinou trojnápravové) vozidlá s dĺžkou 15 – 16 metrov s kapacitou 120 – 130 cestujúcich, dvojčlánkové autobusy štandardne 18 m s obsaditeľnosťou okolo 150 cestujúcich, ďalej minibusy s kapacitou 9 – 16 cestujúcich a midibusy s kapacitou 16 – 22 cestujúcich. Menej obvyklé sú veľkokapacitné dvojčlánkové vozidlá s dĺžkou 21 metrov, prípadne trojčlánkové vozidlá. Okrem autobusov so spaľovacími naftovými motormi existujú aj vozidlá s alternatívnymi pohonmi. To môže byť pohon na zemný plyn (LPG), stlačený zemný plyn (CNG), elektrobusy a elektrobusy s rýchlym dobíjaním, hybridné vozidlá, alebo vozidlá s vodíkovým pohonom apod.

Trolejbusy sú podobné autobusom, sú však napájané z trakčného vedenia. Vyžadujú teda infraštruktúru, ktorá má vysoké investičné náklady a potrebu údržby. Vozidlá sú stavbou aj obsaditeľnosťou veľmi podobné autobusom, od autobusov sa líšia v systéme pohonu, trolejbusy sú vizuálne rozlíšiteľné podľa zberačov umiestnených na streche. Trolejbusy majú oproti autobusom vyššiu cenu, majú však lepšie trakčné vlastnosti, pri behu naprázdno sa spotrebúva len minimálne množstvo elektrickej energie. Elektromotor má tiež väčšiu životnosť a možnosť rekuperácie energie. Prevádzka je lokálne bez emisií, v porovnaní s ostatnými dopravnými prostriedkami aj veľmi tichá. Medzi nevýhody patrí ďalej závislosť na trolejovom vedení a teda aj potreba existujúcej infraštruktúry, alebo jej vybudovanie. Oproti električkovému trolejovému vedeniu vyžadujú trolejbusy dvojpólové vedenie, ktoré je ťažšie a technicky náročnejšie. Závislosť na trakčnom vedení sa ako nevýhoda dá obmedziť špeciálnymi vozidlami, ktoré sú okrem zberačov a elektrickej výzbroje vybavené buď spaľovacím motorom, ktorý poháňa vozidlo, keď sa nachádza mimo trolejové vedenie, alebo je vozidlo vybavené batériami, ktoré umožňujú krátkodobú jazdu (5 – 12 km) mimo trolejové vedenie. Tieto vozidlá sa nazývajú parciálne trolejbusy, prípadne duobusy. Podľa niektorých zdrojov [11] je parciálny trolejbus trolejbusom s pomocným pohonom a duobus trolejbusom s plnohodnotným alternatívnym pohonom. Iné zas považujú parciálny trolejbus a duobus za ekvivalentné označenie. Trolejbus s pomocným pohonom sa môže pohybovať mimo trolejového vedenia so značne zníženým výkonom, zvyčajne rýchlosťou 30 – 50 km.h⁻¹. Trolejbus s alternatívnym pohonom (či už naftový motor, alebo batérie) sa môže pohybovať mimo trolejového vedenia s veľmi podobnými trakčnými vlastnosťami (približne rovnaký výkon, max. rýchlosť apod.). V porovnaní s elektrobusmi majú výhodu, že je možné ich nabíjať počas jazdy pod trakčným vedením a teda nemusia pri nabíjaní stáť na mieste. V súčasnosti existujú už aj modely vybavené zberačmi pre dvojpólové vedenie, ktoré sú však prezentované ako elektrobusy a zberače sú využívané na dynamické dobíjanie vozidla počas jazdy. Trolejbusy sú podľa legislatívy dráhové vozidlá,

preto je proces ich schvaľovania náročnejší a podliehajú zákonom o dráhach ako aj zákonom o prevádzke na pozemných komunikáciách.

Medzi nekonvenčné systémy MHD možno zaradiť mestské lanové dráhy, mestskú lodnú dopravu, visuté a nadzemné dráhy a monoraily (jednokoľajky), alebo systémy osobných kapsúl pohybujúcich sa po určitej dráhe (PRT – Personal Rapid Transit) a autonómne vozidlá.

V súčasnej dobe sú kladené požiadavky na možnosť prepravy pre cestujúcich s obmedzenou schopnosťou pohybu, alebo orientácie. Vozidlá by teda mali byť nízkopodlažné, vybavené plošinou, umožňujúcou nástup cestujúcich na vozíku a informačným systémom (najlepšie audiovizuálnym), z ktorého informácie môžu prijímať aj zrakovo, alebo sluchovo postihnutí cestujúci. Infraštruktúra by taktiež mala umožňovať bezbariérový prístup.

Z prevádzkového a ekonomického hľadiska je potrebné naplánovať taktiež výjazdy vozidiel na linky a ich návrat, tak, aby sa v čo najmenej miere vyskytovali prázdne jazdy. V prípade technologických prejazdov vozidla (vozidiel) medzi linkami je žiaduce, aby bola dĺžka trasy tohto prejazdu minimálna, prípadne ak medzi konečnými zastávkami 2 liniek, medzi ktorými má byť vykonaný prejazd vedená iná linka, realizovať tento prejazd ako spoj tejto linky (keď je prevádzkovo zmysluplný – uspokojí určitý dopyt cestujúcich).

3.2 Popis vybraných metód návrhu

3.2.1 Heuristická metóda podľa Ing. Chlebníčana a kolektívu

Metóda bola použitá pri návrhu 4 variantov optimalizovaného vedenia MHD v Poprade, uvedené v prílohách správy o riešení úlohy [12]. Správa bola spracovaná Ing. Chlebníčanom a kolektívom. Jedná sa o heuristickú metódu, zohľadňujúcu stratégiu cestovania. Uvažuje sa, že cestujúci volí taký spoj, pri ktorom dosiahne čo najnižší čas premiestnenia, čo najmenší počet prestupov, čo najnižšiu cenu, či iné ďalšie subjektívne kritéria. V prípade, že je v úseku, v ktorom sa chce cestujúci prepraviť, súbeh viacerých liniek, cestujúci volí prvý možný spoj.

Z hľadiska prípustnosti riešenia môžu nastať 3 prípady:

- a) prípustné riešenie: cestujúci je prepravený ním zvoleným spojom, najvýhodnejším z hľadiska času, ceny, počtu prestupov, či iných ním volených kritérií,
- b) relatívne prípustné riešenie: všetci cestujúci sú prepravení v požadovanom smere, ale sú obmedzení vo výbere spoja, z dôvodu obmedzenej kapacity dopravných prostriedkov,
- c) neprípustné riešenie: existujú cestujúci, ktorých prepravné požiadavky navrhnuté riešenie nedokáže uspokojiť.

Pri matematickej formulácii problému vychádzame z maximálnej dopravnej siete $S(U, H)$, ktorú tvorí množina uzlov U a hrán H . Uzly predstavujú významné miesta na sieti (zastávky, križovatky, obratiská), hrany potom skutočné pozemné komunikácie, ktoré tieto uzly spájajú. Podľa zvoleného kritéria sú hrany ohodnotené (v prípade minimalizácie celkového času premiestnenia ohodnotenie predstavuje čas jazdy medzi uzlami, v prípade minimalizácie celkového počtu kilometrov by ohodnotenie predstavovalo vzdialenosti).

Linka je v tejto metóde definovaná ako akýkoľvek uzavretý sled na sieti S . Minimálny podsled sledu je potom úsek danej linky. Úseky dvoch rôznych liniek sú, aj v prípade, že predstavujú zhodné ťahy, 2 rôzne objekty.

Najskôr je potrebné nájsť množinu liniek α . Množina liniek α_{ij} je podmnožinou množiny α obsahujúcej všetky linky vedúce z uzla i do uzla j . Dopyt po preprave z uzla i do j označíme q_{ij} .

Množina liniek je prípustná, ak pre všetky dvojice uzlov i a j , za predpokladu, že $q_{ij} \neq 0$, existuje orientovaná cesta v úsekovom grafe reprezentujúcom množinu liniek α .

Množinu ciest $P = \{p_{ij}\}$, pre ktorú platí, že pre ľubovoľnú dvojicu uzlov i do uzla j (za predpokladu $q_{ij} \neq 0$) existuje v P práve jedna cesta z uzla i do uzla j nazveme množinou relačných ciest.

V matematickom modeli sa uvažuje znižovanie celkového času premiestnenia, preto je každý úsek u_{ij} ohodnotený dĺžkou d_{ij} . Pre stanovenie hodnôt d_{ij} je potrebné poznať hodnoty intenzít (počty spojov za zvolenú časovú jednotku) liniek I_L z uzla i do uzla j , kde index L reprezentuje číslo linky trasovanej z uzla i do uzla j , hodnoty intenzít (počtu spojov z uzla i do uzla j za zvolenú časovú jednotku) na úseku z i do j označenej ako I_{ij} , pričom:

$$I_{ij} = \sum_{L \in \alpha_{ij}} I_L \quad (3.1)$$

a hodnoty d_{ij}^L reprezentujúce jazdné doby dopravného prostriedku linky L z uzla i do uzla j , pričom pre dĺžku úseku d_{ij} platí:

$$d_{ij} = \frac{1}{I_{ij}} \sum_{L \in \alpha_{ij}} d(u_{ij}^L) I_L \quad (3.2)$$

Dĺžku úseku d_{ij} je možno interpretovať ako priemernú jazdnú dobu dopravného prostriedku na úseku u_{ij} .

Prevrátená hodnota intenzity (počtu spojov) linky I_L je potom interval linky N_L . V prípade úseku u_{ij} je prevrátenou hodnotou intenzity úseku I_{ij} interval úseku N_{ij} .

Ďalej musíme definovať cenu úseku:

ak $I_{ij} \neq 0$, potom

$$c_{ij} = K_1 \cdot d_{ij} + K_2 \cdot N_{ij} + K_3 \quad (3.3)$$

kde K_1 , K_2 a K_3 sú nezáporné konštanty.

ak $I_{ij} = 0$, potom $c_{ij} = \infty$.

Vybavenosť linky V_L (počet dopravných prostriedkov pridelených linke $L \in \alpha$), vypočítame podľa vzťahu

$$V_L = I_L O_L \quad (3.4)$$

kde O_L predstavuje nezápornú hodnotu nazvanú obeh linky (dobu, za ktorú je dopravný prostriedok po odchode z konečnej zastávky pripravený k opätovnému odchodu z tejto zastávky).

Vlastný tok cestujúcich na úseku u_{ij} linky $L \in \alpha_{ij}$ (tok cestujúcich, ktorí úsek u_{ij} používajú tak, že do dopravného prostriedku linky $L \in \alpha_{ij}$ nastupujú v uzle i vystupujú v uzle j) vypočítame zo vzťahu:

$$f(u_{ij}^L) = \frac{1}{I_{ij}} \sum_{\{p_{kl} \in P \mid i \in p_{kl}\}} q_{ij} \cdot I_L \quad (3.5)$$

Potom tok na linke L :

$$f(L) = \sum_{u_{ij}^L \in U_L} f(u_{ij}^L) , \quad (3.6)$$

kde u_{ij}^L je úsek z i do j linky L a U_L je množina úsekov všetkých liniek.

Cieľom optimalizačnej úlohy je minimalizovať účelovú funkciu Z , definovanú takto:

$$Z = \sum_{i,j, q_{ij} \neq 0} c_{ij} \cdot q_{ij} + c \cdot V_\alpha \quad (3.7)$$

za podmienky prípustnosti riešenia

$$f(u_{ij}^L) \leq K_L \quad \text{pre ľubovoľný úsek } u_{ij}^L$$

resp. pre relatívnu prípustnosť riešenia

$$f(i,j) \leq K_{ij} \quad \text{pre ľubovoľný úsek } i,j$$

kde K_L je kapacita linky a K_{ij} kapacita úseku .

Prvý člen účelovej funkcie predstavuje hodnotu kritéria ohodnotenia, ak sú hrany ohodnotené časom, bude to celkový cestovný čas všetkých cestujúcich a druhý člen predstavuje hodnotu dopravných prostriedkov, kde c je hodnota jedného dopravného prostriedku.

Z dôvodu náročnosti výpočtu na rozsiahlych sieťach je žiaduce z množiny všetkých teoreticky možných liniek vytvoriť počiatočnú množinu liniek, ktorá bude obsahovať čo najmenší počet kandidátov na linky. Jedna z metód opísaná v [12] sa skladá z dvoch častí, konkrétne vytvorenie bázy ciest a vytvorenie bázy liniek. Každá linka musí predstavovať uzavretý ťah, skladajúci sa z dvojice orientovaných ciest bázy (cesta z i do j a z j do i). Báza liniek je taká množina, pre ktorú je počet liniek najmenší, pričom cestujúci sa môže z ľubovoľného uzla i prepraviť do j (resp. z j do i) bez prestupu. V algoritme riešenia je vytvorená štvorcová matica \mathbf{B} , takého rádu, aký je počet uzlov v sieti.

Algoritmus vytvorenia matice bázy ciest a bázy liniek:

1. vynulujeme maticu \mathbf{B} ,
2. prvok matice $B(i,j)$, pre $i \neq j$, položíme rovný dĺžke minimálnej cesty z i do j ,
3. maximálny prvok matice \mathbf{B} nahradíme 1 a danú cestu zapíšeme do bázy liniek,

4. vyhladáme všetky podcesty cesty naposledy zapísané do matice a vynulujeme prvky, ktoré im zodpovedajú,
5. kroky 3. a 4. opakujeme, dokiaľ všetky prvky matice B nenadobúdajú hodnotu 0, alebo 1.

Na základe predošlého algoritmu sme získali bázu liniek. Pretože počiatočná množina liniek by mala okrem bázy liniek obsahovať aj iné cesty s najväčšími prepravnými požiadavkami, je možno v tejto fáze riešenia takéto linky (keď neboli zaradené do bázy liniek) pridať k báze liniek. Je nutné uvedomiť si, že každá linka pridaná k báze liniek však zvýši dobu výpočtu. Suboptimálnu množinu liniek získame z počiatočnej množiny v 3 etapách. V bakalárskej práci však bude realizovaná iba prvá fáza, ktorej výsledkom je návrh trasovania liniek.

Prvou etapou je redukcia liniek. V prípade, že počiatočná množina liniek neobsahuje veľké množstvo kandidátov na linky, môžeme tento krok vynechať. V opačnom prípade podľa nižšie uvedeného algoritmu pre redukciu liniek vylučujeme z počiatočnej množiny najmenej perspektívne linky, dokiaľ nedosiahneme požadovaný počet liniek, alebo ak by každé ďalšie vylúčenie linky viedlo na neprípustné riešenie.

Algoritmus pre redukciu liniek:

1. každej linke z počiatočnej množiny liniek α priradíme 1 fiktívny dopravný prostriedok, ktorý má neobmedzenú kapacitu,
2. pre každú linku $L_i \in \alpha$ vypočítame hodnotu účelovej funkcie (v prípade bakalárskej práce nie je uvažovaný člen predstavujúci hodnotu dopravných prostriedkov) podľa vzťahu: $Z_i = \sum_{j, q_{ij} \neq 0} c_{ij} \cdot q_{ij}$
keď množina liniek zmenšená o linku L_i zostane prípustná. Ak sú všetky množiny α_i neprípustné, potom algoritmus končí,
3. keď existuje aspoň jedna prípustná množina liniek z kroku 2, nájdeme hodnotu $Z_k = \min \{Z_i\}$, z počiatočnej množiny liniek odstránime linku L_k , tým vznikne nová množina liniek α_k a ďalej položíme $\alpha = \alpha_k$,
4. ak množina α obsahuje viac liniek, než je požadované, vrátime sa na krok 2, inak algoritmus končí.

Druhou etapou je priradenie dopravných prostriedkov na linky, pričom cieľom je minimalizovať dobu čakania cestujúcich na spoj. Pri priradzovaní dopravných prostriedkov sme limitovaní ich počtom V .

Algoritmus distribúcie dopravných prostriedkov:

1. každej linke priradíme fiktívny dopravný prostriedok s neobmedzenou kapacitou.
2. pre všetky linky L vypočítame tok $f(L)$ na danej linke.
3. počty dopravných prostriedkov na linke V_L získame minimalizáciou účelovej funkcie

$$\min \sum_{L \in \alpha} f(L) \cdot O_L / V_L \quad (3.8)$$

za podmienky

$$\sum_{L \in \alpha} V_L = V \quad (3.9)$$

$$V_L \in Z^+ \quad (3.10)$$

Aby bolo možné nájsť riešenie musí byť počet dopravných prostriedkov V (kladné celé číslo) väčší alebo minimálne rovný, ako počet liniek. Pretože je premenná v účelovej funkcii v menovateli a súčasne je u premennej použitý definičný obor Z^+ , model nie je lineárny. V práci [12] je odporúčané využiť k efektívnemu riešeniu optimalizačnej úlohy (3.8) – (3.10) dynamické programovanie.

Posledná etapa riešenia je redistribúcia dopravných prostriedkov. Ak sa premiestnenie dopravného prostriedku prejaví žiadúcim spôsobom na hodnote účelovej funkcie, je aj toto premiestnenie žiaduce. Suboptimálnu množinu liniek potom tvoria tie linky, ktoré majú priradený nenulový počet dopravných prostriedkov.

Algoritmus pre redistribúciu dopravných prostriedkov:

A) Inicializácia:

1. určíme úsekový graf a stanovíme cenu pre každý jeho úsek podľa vzťahu ().
2. vypočítame maticu minimálnych vzdialeností C v úsekovom grafe, ktoré boli ohodnotené v prvom kroku.
3. vypočítame

$$N_1 = \sum_{ij} C_{(ij)} \cdot q_{ij} \quad (3.11)$$

B) Aktualizácia

4. stanovíme $p = 0$

5. pre všetky dvojice liniek (L_i, L_j) , pre ktoré platí, že linke L_i je priradený aspoň jeden dopravný prostriedok vykonáme nasledujúci postup:
 - a) prevedieme dopravný prostriedok z linky L_i na L_j , znova vypočítame ceny úsekov a novú maticu minimálnych vzdialeností C ,
 - b) stanovíme $N_1' = \sum_j C_{(ij)} \cdot q_{ij}$
 - c) ak $N_1 - N_1' > 0$ prevedieme dopravný prostriedok z linky L_j na L_i . Ak platí opačná nerovnosť, položíme $N_1 = N_1'$ a $p = 1$,
6. ak $p = 1$, opakujeme aktualizáciu B, inak algoritmus končí.

Pri každom odobratí, resp. premiestnení dopravného prostriedku z linky je potrebné skontrolovať prípustnosť, alebo relatívnu prípustnosť riešenia, alebo je možné vykonať celý postup a až po ukončení redistribúcie skontrolovať (relatívnu) prípustnosť riešenia. Ak by kontrola prípustnosti riešenia po presunutí dopravného prostriedku znamenala stratu prípustnosti riešenia, tento presun sa neuskutoční.

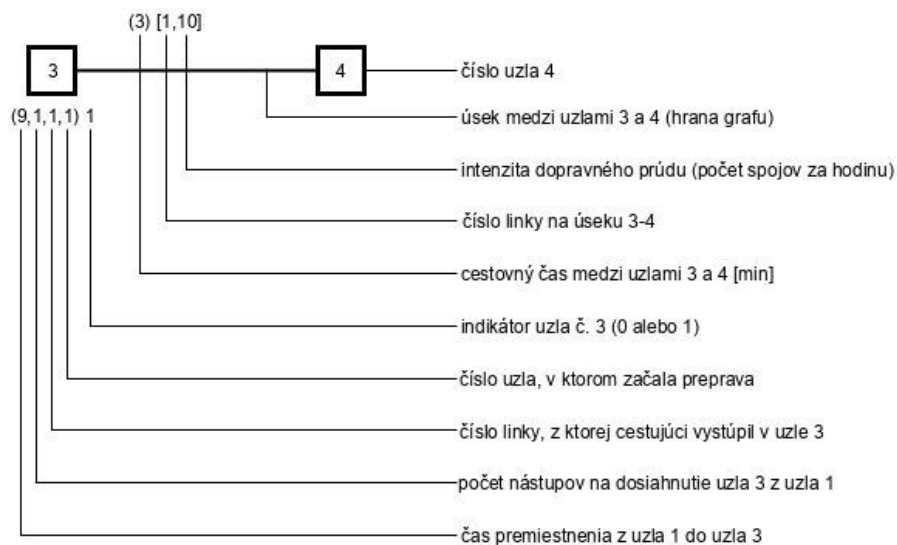
Keďže sa nejedná o exaktnú metódu, výstupom nie je optimálne, ale suboptimálne riešenie, ktoré sa však môže k optimálnemu riešeniu značne približovať, ale môže aj naopak viesť na riešenie horšie, než súčasný stav. Následné zásahy a úpravy linkového vedenia, alebo počtu a kapacity vozidiel môžu vyplynúť z prevádzkových skúseností po zavedení linkového vedenia navrhnutého touto metódou.

3.2.2 Heuristická metóda podľa prof. Surovca

Táto metóda opísaná prof. Surovcom v [1] sa skladá z 9 krokov postupu. Táto metóda zohľadňuje stratégiu cestovania, opísanú v predošlej podkapitole.

V prvom kroku sa zostaví a zakóduje maximálna dopravná sieť, to znamená, že sú uvažované všetky pozemné komunikácie technicky umožňujúce prevádzku dopravných prostriedkov MHD. Zakódovaním sa rozumie priradenie prepravných vzťahov na maximálnu dopravnú sieť, ktorá je v grafe tvorená ťažiskami, úsekmi a uzlami. Ťažisko predstavuje fiktívny uzol, pre ktorý môžeme zjednodušene predpokladať, že v ňom začínajú, alebo končia všetky premiestňovacie vzťahy daného okrsku. Ťažisko je na dopravnú sieť je pripojené fiktívnym úsekom. Úsek je časť siete, ktorý spája dva uzly. V grafe ho reprezentuje spravidla ohodnotená hrana. Ohodnotenie najčastejšie predstavuje čas premiestnenia medzi dvoma uzlami v minútach. Uzol reprezentuje významné miesto na dopravnej sieti, napríklad miesto kríženia dopravných ciest, alebo zastávku MHD.

Kódovanie potom predstavuje očíslovanie uzlov a ťažísk, úseky potom možno označiť číslami uzlov, ktoré spájajú, ohodnotenie hrán (úsekov) predstavuje cestovný čas medzi 2 úsekmi, prípadne vzdialenosť medzi nimi. Úplné kódovanie je znázornené na obrázku 3.1



Obr. 3.1. Kódovanie uzlov a úsekov v maximálnej dopravnej sieti. [1]

V druhom kroku sa zostaví matica medziokrskových prepravných vzťahov, rozdelených podľa nerovnomernosti prepravného prúdu na časové obdobia prepravnej špičky a prepravného sedla. Počet liniek a počet ich spojov za hodinu je počas špičky vyšší. Mimo špičku premávajú tzv. sedlové linky, ktoré sú v prevádzke väčšinou aj v dni pracovného pokoja, prípadne v noci.

V treťom kroku priradíme prepravné vzťahy na maximálnu dopravnú sieť. Použijeme metódu najkratšej cesty. Záznamom intenzity prepravného prúdu sa zabezpečí jeho výsledná intenzita pre každý úsek. Prepravné vzťahy priradíme tak, že najprv určíme ťažiská dopravných okrskov a zakódujeme maximálnu dopravnú sieť (krok 1) a následným vetvením dopravnej siete.

Priradením prepravných vzťahov sa snažíme simulovať voľbu trasy. Spravidla býva volená trasa s najkratším celkovým časom premiestnenia. Prípadne nutné prestupy (resp. ich neoblíbenosť medzi cestujúcimi) môžeme ošetriť priradením časovej prirážky každému prestupu. Pre každé východiskové ťažisko, alebo uzol je určená trasa do ostatných ťažísk, alebo uzlov s minimálnym časom premiestnenia. Výsledný graf so všetkými najkratšími trasami pre 1 východzie ťažisko sa nazýva strom minimálneho času prepravy. Strom minimálneho času prepravy je následne potreba vyriešiť. Prvý uvažovaný prípad je stav „0

nástupov“, teda cestujúci nenastúpil do žiadneho vozidla na linke. Indikátory všetkých uzlov, okrem zdrojového, budú mať hodnotu 0, zdrojový uzol hodnotu 1. Indikátor uzla určuje, či boli vyčerpané všetky možnosti nástupu do vozidla v danom uzle, v tom prípade má hodnotu 0.

Pre stav „1 nástup“ je potreba určiť, ktoré uzly je možné dosiahnuť bez prestupu, teda keď cestujúci nastúpi do dopravného prostriedku len raz. Kódovanie uzlov sa zmení, podľa údajov, ktoré kód uzla obsahuje (obr. 3.1), teda počet nástupov, čas premiestnenia a iné. Indikátor zdrojového uzla sa zmení z 1 na 0, lebo boli dosiahnuté všetky možnosti nástupu do vozidla v danom uzle. Ostatné (cieľové uzly) nadobudnú hodnotu indikátora 1, lebo v nich je možné realizovať prestup, resp. ďalší nástup do vozidla.

Stavom „2 nástupy“ chápeme situáciu, kedy cestujúci realizoval 2 nástupy, teda aspoň raz prestupoval, 2. nástup bol mimo zdrojový uzol. Tým sa rozšíri počet dosiahnuteľných uzlov, do ktorých sa cestujúci prepraví inou linkou, na ktorú prestúpi. Takto postupujeme ďalej v zvyšovaní počtu nástupov, až dosiahneme indikátory všetkých uzlov rovných 0, tak zaistíme, že čas premiestnenia bude minimálny a všetky uzly budú zo zdrojového uzla dosiahnuteľné.

Štvrtý krok zahŕňa porovnanie intenzity prepravného prúdu každého úseku s jeho prepravnou kapacitou. V prípade, že je jeho prepravná kapacita prekročená, je vyhladaná alternatívna trasa.

Piaty krok je najnáročnejší, keďže v tomto kroku zostavíme linky na maximálnej dopravnej sieti. Z princípu svojej úlohy, musí byť vedenie liniek MHD v súlade s prepravnými požiadavkami obyvateľov. Je žiaduce uspokojovať najsilnejšie prepravné vzťahy čo najpriamejšími linkami a s čo najkratším celkovým časom premiestnenia. Linky by sa mali teda zostavovať postupne, aby uspokojili najprv najsilnejšie a potom aj menej silné prepravné vzťahy. Pri ich zostavovaní vyhladáme tzv. kandidátov na linky metódou najkratšej cesty, tým, že uspokojíme postupne všetky prepravné vzťahy. Suboptimálna množina liniek potom vychádza z počiatočnej, z ktorej postupne podľa konkrétneho algoritmu vylúčime najmenej perspektívne linky, až pokiaľ dosiahneme požadovaný počet liniek, prípadne ak by každé ďalšie vylúčenie znamenalo stratu prípustnosti riešenia. Následne priradíme dopravné prostriedky na linky a ak je to ďalej žiaduce, spracujeme ich redistribúciu. Suboptimálne riešenie má linky s nenulovým počtom priradených dopravných prostriedkov.

V šiestom kroku priradíme prepravné vzťahy na dopravnú sieť, ktorá vznikla zostavením linkovej siete v predošlom kroku. Pre maximálnu intenzitu prepravného prúdu sa určí linkový interval, potrebný na jeho uspokojenie, vypočítajú sa zložky času cesty a stanoví sa časová prirážka na prestup. Toto je spôsobené všeobecnou averziou cestujúcej verejnosti voči prestupom, kedy budú skôr preferovať priamy spoj s časom premiestnenia o niekoľko minút (zvyčajne do 5 min), než variant s kratším časom premiestnenia, kde je potrebný prestup medzi linkami. Zostaví sa strom minimálneho času prepravy z ťažísk a uzlov. Metódou najkratšej cesty sa priradia prepravné vzťahy a záznamom ich intenzity sa zistia výsledné hodnoty.

Siedmym krokom je porovnanie maximálnej intenzity prepravného prúdu a kapacity daného úseku. V prípade nedostatočnej kapacity môžeme zvýšiť kapacitu vozidiel (ak sú k dispozícii vozidlá s vyššou kapacitou), zmena vedenia linky, stavebné úpravy, zavedenie preferencie MHD či výstavba nového subsystému s vyššou kapacitou.

Ôsmy krok predstavuje vykonanie výsledného riešenia niektorej z variantov vytvorenej dopravnej siete MHD s určeným priestorovým ukončením liniek a úpravou intervalu dopravy, ak je potrebná, alebo žiaduca. Ak meníme linkové intervaly, je potrebné zopakovať kroky 6, 7 a 8.

V poslednom deviatom kroku vyhodnotíme získaný variant linkovej siete podľa zvolených hodnotiacich kritérií. Prípadne porovnáme navrhnuté riešenie so súčasným stavom (ak je riešene územie s už existujúcim systémom MHD). Spravidla sa vytvára viac návrhov riešenia, ktoré potom porovnávame navzájom.

Medzi hlavné výhody patrí značne nižšia výpočtová náročnosť v porovnaní s exaktnými metódami a výsledné riešenie väčšinou býva dostatočne uspokojivé. Keďže je spracovaných viac návrhov, je následne, podľa optimalizačného kritéria, možné vybrať variant, ktorý tomuto kritériu najviac vyhovuje.

Oproti exaktným prístupom heuristická metóda nezaručí, že sme dosiahli optimálne riešenie, mohli sme sa k nemu však priblížiť. Jedna z nevýhod, ktoré sa môžu negatívne prejaviť v návrhu, prípadne až v prevádzke je, že pri prekročení prepravnej kapacity úseku môže byť dopravný prúd negatívne ovplyvnený a pritom sa predĺži celkový čas premiestnenia. Pritom môže existovať iná cesta, ktorá je z časového hľadiska výhodnejšia pre daný prepravný vzťah. Cesty sú vedené medzi ťažiskami okrskov, pričom však môže existovať kratšia cesta medzi konkrétnym zdrojom a cieľom premiestnenia. Je ťažké pri tejto metóde zohľadniť subjektívne faktory, podľa ktorých si cestujúci vyberá spoj.

3.3 Porovnanie opísaných metód

V predchádzajúcej podkapitole boli opísané dve metódy návrhu. Obe sú založené na rovnakom princípe – zohľadňujú stratégiu cestovania. Druhá metóda z prvej vychádza a aj pri jej opise v [1] sa priamo odkazuje na bližší popis metódy v [12]. Metóda prof. Surovca tak predstavuje skôr rozšírenie metódy Ing. Chlebníčana a kolektívu. Piaty krok druhej metódy odkazuje na prvú metódu, konkrétne na algoritmus redukcie liniek, distribúciu a redistribúciu dopravných prostriedkov. Výhodou prvej metódy oproti druhej, tak ako sú v zdrojoch [1] a [12] opísané, je, že prvá metóda je opísaná detailnejšie a konkrétnymi krokmi riešenia, ako aj algoritmami postupu. Súčasťou opisu metódy v [12] je aj matematický model, podľa ktorého je úloha riešená. Metóda je vhodná, ak chceme dôjsť len k návrhu linkového vedenia, nie systému MHD ako celku, ako je tomu aj v prípade tejto práce.

Druhá metóda však oproti prvej vedie na riešenie, ktoré bude pravdepodobne viac vyhovovať cestujúcim, keďže jej základom je priradenie a úprava prepravných vzťahov medzi uzlami (resp. ťažiskami). Metóda môže byť citlivá na umiestnenie ťažísk dopravných okrskov a vyžaduje dobré znalosti miestnych pomerov. Umiestnenie ťažísk má veľký vplyv na smerovanie prepravných vzťahov, kapacitu úsekov apod. Metóda berie problematiku z širšieho uhla pohľadu, riešenie je komplexnejšie a vhodnejšie pre návrh systému MHD ako celku, prípadne je vhodnejšia, ak sa v riešenej oblasti nachádza viac subsystémov MHD (autobusy, trolejbusy, električky, metro). Postup návrhu je zložitejší oproti prvej metóde, lebo okrem toho, že zahŕňa algoritmy, ktoré sú práve v prvej metóde opísané, vyžaduje priradzovanie prepravných vzťahov (kódovanie dopravnej siete) a s postupom riešenia prípadné úpravy a overovanie zachovania prípustnosti riešenia.

Obe metódy sú heuristické, preto je potrebné dosiahnuté výsledky správne interpretovať, dobre vyhodnotiť a porovnať so súčasným stavom. Pri porovnávaní treba dávať pozor na to, aby sme sa nesnažili porovnať neporovnateľné.

Podrobné skúmanie rozdielov obidvoch metód alebo konkrétne použitie druhej metódy a porovnanie výsledkov obidvoch metód by bolo časovo veľmi náročné a prekročilo by tiež aj rozsah bakalárskej práce.

Keďže cieľom práce je navrhnúť hlavne linkové vedenie, je pre riešenie zvolená prvá metóda podľa Ing. Chlebníčana a kolektívu.

4. Návrhová časť – aplikácia vybranej metódy

4.1 Vyhodnotenie súčasného stavu

V kapitole 3.1 boli opísané aspekty, ktoré by mal kvalitný systém MHD spĺňať. V tejto kapitole bude vyhodnotené, či súčasný stav tieto aspekty spĺňa a v akej miere.

Bezpečnosť by mala byť hlavnou prioritou dopravcu. Je to však aspekt, ktorý je ovplyvnený hlavne infraštruktúrou, vozidlami a personálom a linkové vedenie nemá na celkovú bezpečnosť zásadný vplyv.

Priestorovú dostupnosť je možné v súčasnom stave považovať za dobrú a dostatočnú. Časová ponuka spojov je však nedostatočná na to, aby mohla MHD konkurovať IAD. V prípade neznalosti CP cestujúcim a pri jeho náhodnom príchode na zastávku sa dá očakávať dlhá doba čakania na spoj (15 minút aj viac). Pri súčasnom vedení majú linky veľmi neprehľadné trasy, ktoré väčšinou nie sú homogénne a nemajú zavedený pravidelný interval. Preto je celý systém neprehľadný.

Nepriamosť liniek dosahuje hodnôt, ktoré sa výrazne líšia od odporúčanej hodnoty. Tento fakt spolu s relatívne nízkou priemernou rýchlosťou má za následok dlhý čas pobytu cestujúceho v dopravnom prostriedku.

Časová nadväznosť na iné dopravné systémy je v prípade MHD v Poprade skôr náhodná. Keďže v súčasnosti nie je na letisko vedená žiadna linka MHD, nadväznosť MHD na leteckú diaľkovú dopravu neexistuje, cestujúci sú nútení využiť IAD, alebo taxislužby.

Súčasná informovanosť cestujúceho sa nedá považovať za dostatočnú. CP sú síce zverejnené na väčšine zastávok a na internete, avšak niektoré zastávky nie sú ani označené označníkom, alebo na nich cestovné poriadky chýbajú. Cestovné poriadky samotné sú neprehľadné, hlavne kvôli nehomogenite trás liniek. Niektoré spoje sú potom označené rôznymi symbolmi a značkami, ktoré odkazujú na presné vedenie daného spoja jednej linky.

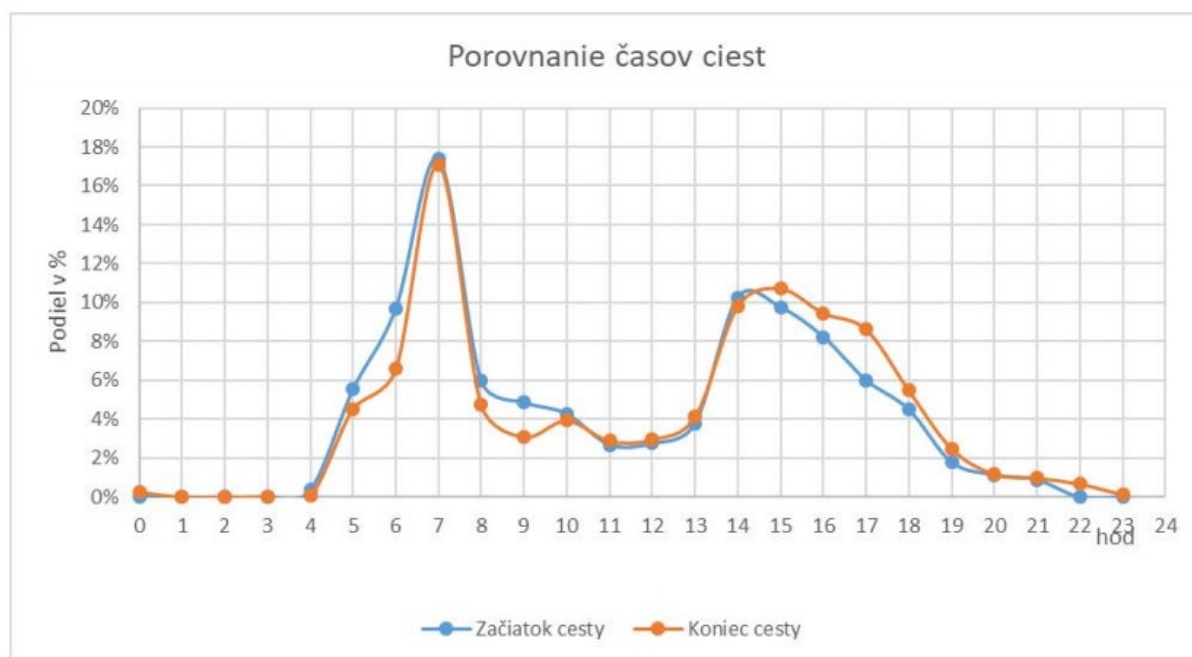
Dynamické informácie predstavuje označenie dopravného prostriedku číslom linky, väčšinou, aj napriek vybavenosti vozidla elektronickým informačným panelom, sú označené ceduľou. Táto niekedy okrem čísla linky obsahuje aj smerovú orientáciu, avšak pre oba smery. Niektoré vozidlá sú vybavené vnútorným informačným panelom, zobrazujúcim údaje o trase spoja a nasledujúcej zastávke. Niektoré vozidlá sú vybavené aj LCD obrazovkami, ktoré však nezobrazujú informácie týkajúce sa spoja, alebo aktualít v MHD.

Súčasný systém má zavedenú jednotnú tarifu a teda každý cestujúci musí priložiť čipovú kartu k čítačke, alebo byť odbavený vodičom. V prípade väčšieho počtu nastupujúcich cestujúcich sa tak výrazne predĺži čas zastávky.

4.2 Aplikácia heuristickej metódy Ing. Chlebníčana a kolektívu

Pre návrh linkového vedenia budú ako vstupné údaje slúžiť výsledky práce Dopravno-sociologický prieskum funkčnej mestskej oblasti Poprad 2017 [13] a jeho prílohy – konkrétne matice medzioblastných prepravných vzťahov. Budú použité dve vstupné matice: prvá je matica prepravných vzťahov pre MHD, druhá udáva celkový počet ciest (na danej vzorke respondentov), pretože im súčasné vedenie liniek MHD nemusí vyhovovať a tak sú nútení dochádzať pešo, na bicykli, alebo použiť IAD.

Z výsledkov dopravno-sociologického prieskumu je možné určiť nerovnomernosť časového rozloženia ciest, podľa ich začiatku a konca. Z toho je možné vymedziť rannú špičku, popoludňajšie sedlo, popoludňajšiu špičku a večerné sedlo.

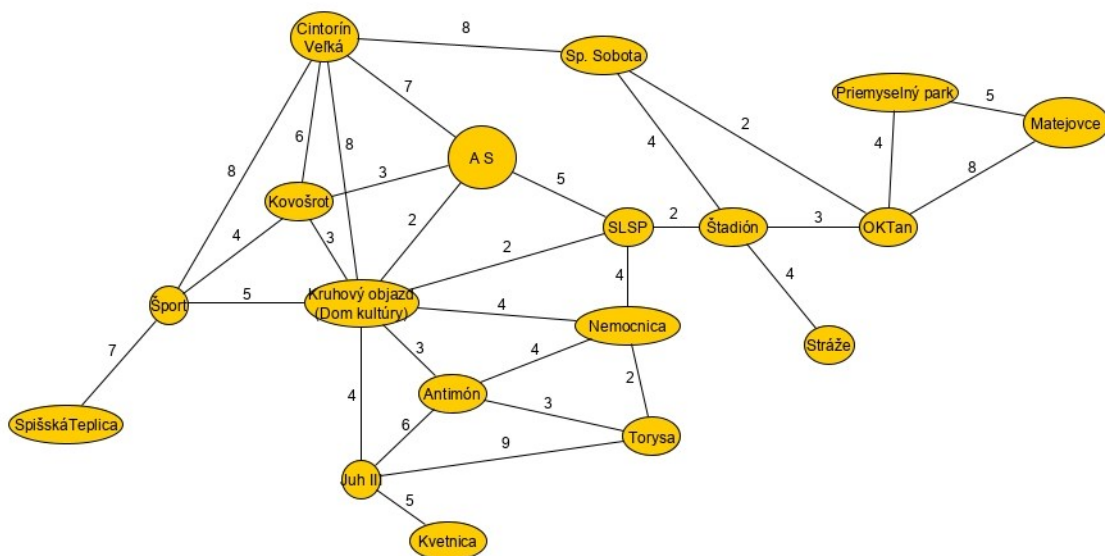


Obr. 4.1: Nerovnomernosť rozloženia ciest v čase. [13]

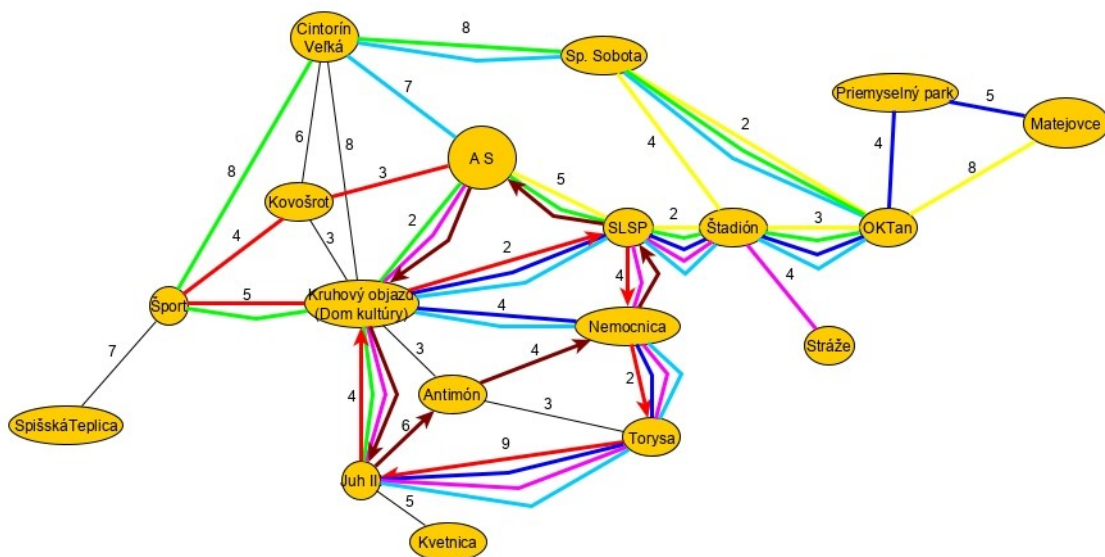
Z grafu je zreteľné, že ranná špička začína o 6 hodine ráno a trvá do 8 hodiny, popoludňajšie sedlo potom trvá do 13:30 a popoludňajšia špička do 17:30. Ranná špička je kratšia, avšak intenzita prepravného prúdu dosahuje vyšších hodnôt, než v dlhšej, ale menej intenzívnej popoludňajšej.

Dopravná sieť bola zjednodušená na 18 uzlov, tak, aby bol zachovaný jej charakter a funkčnosť, ale aby v čo najväčšej možnej miere zjednodušila výpočet a návrh. Súčasná

zjednodušená dopravná sieť bez uvedenia liniek je prezentovaná na obr. 4.2. Na obr. 4.3 je prezentovaná súčasná sieť s aktuálnym linkovým vedením. Ohodnotenie hrán predstavuje čas premiestnenia medzi uzlami, berúc v úvahu aj dobu zastávky medzi uzlami. Táto dopravná sieť vychádza hlavne zo súčasného stavu, avšak uvažuje aj s 2 pridanými konečnými zastávkami (uzlami), na miestach, ktoré je dnes možné dosiahnuť len prímestskou dopravou. Konkrétne sa jedná o priľahlú obec Spišská Teplica a mestskú časť Kvetnica.



Obr. 4.2: Graf zjednodušenej dopravnej siete – východzia maximálna dopravná sieť pre riešenie. [16]



Obr. 4.3.: Súčasný stav (zjednodušené) [16]

Na prvý pohľad je viditeľné, že súčasný stav je značne komplikovaný a linkové vedenie nie je plošne rovnomerne rozložené. Navyše, niektoré linky sú vedené s vysokou hodnotou nepriamosti.

Výsledky dopravno-sociologického prieskumu boli predané v podobe matíc obsahujúcich: číselný kód oblasti počiatku cesty, číselný kód cieľa cesty a počet ciest medzi týmito dvoma bodmi. Keďže sa tieto oblasti nezhodovali ani so zastávkami MHD, ani s uzlami v grafe maximálnej dopravnej siete, boli pre potrebu tejto práce upravené a to tak, že tieto oblasti boli na základe znalosti miestnych pomerov a máp združené do väčších celkov a priradené ku konkrétnym uzlom v sieti uvedené na obr. 4.2. Počet ciest medzi týmito uzlami bol potom vypočítaný ako suma ciest začínajúcich v oblastiach, združených do počiatočného uzla a končiacich v oblastiach združených do koncového uzla. Hlavná diagonála, z dôvodu združovania oblastí do väčších celkov, neobsahuje počet ciest 0, avšak tieto prepravné požiadavky sú uspokojené, ak z uzla vedie aspoň 1 linka po každej hrane so zastávkou, ktorá s daným vrcholom inciduje.

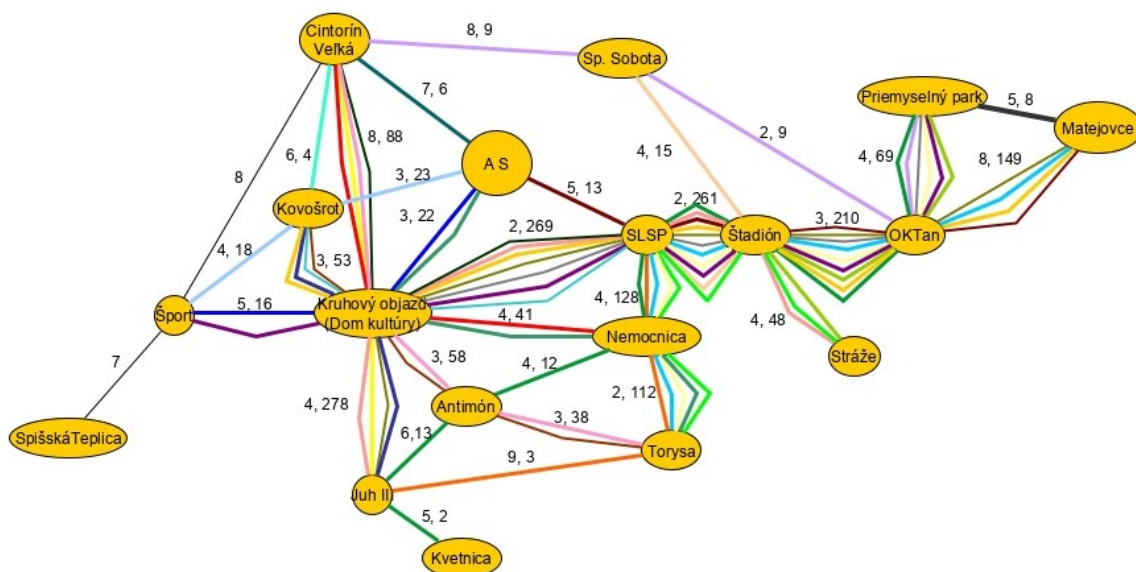
Matica báza ciest (BC) (príloha B) obsahuje počty ciest medzi danými uzlami, na rozdiel od opísanej metódy, kde táto matica obsahuje dĺžku úseku, teda veličinu, ktorá reprezentuje priemerné jazdné doby v jednotlivých úsekoch a toky cestujúcich (prof. Surovec ich nazýva intenzitami prepravných prúdov). Z tejto matice postupným zavádzaním kandidátov na linky v najvyťaženejších prepravných smeroch do matice bázy liniek vznikli kandidáti na linky. Po vyhľadaní maximálnej hodnoty počtu ciest medzi dvoma uzlami, bola do matice báza liniek (BL) a pomocnej matice báza (B) zapísaná hodnota 1 do riadku reprezentujúceho zdroj cesty a stĺpca reprezentujúceho cieľ cesty. Následne boli vyhľadané všetky podcesty naposledy zapísanej cesty a na pozície im odpovedajúcim prvkom v pomocnej matici báza boli napísané hodnoty 0, keďže táto požiadavka je uspokojená. Ak sme vyhľadali všetky podcesty, vyhľadáme najvyššiu hodnotu počtu ciest v matici BC , ktoré ešte neboli v matici B nahradené 1, alebo 0. Takto postupujeme, až dokiaľ neuspokojíme všetky prepravné požiadavky.

Pri aplikácii teoretického postupu nastala pri dosiahnutí 27 kandidátov na linky situácia, že v matici BC zostalo 18 prvkov s hodnotami počtov ciest medzi dvoma uzlami 1, alebo 2. Úplné uspokojenie týchto požiadaviek by predstavovalo zavedenie ďalších kandidátov s minimálnou intenzitou prepravného prúdu, teda aj s nízkou hodnotou účelovej funkcie. Preto bol výber kandidátov na linky za základe báze ciest zastavený a bolo definované, že medzi týmito uzlami je možno sa premiestniť s prípadným prestupom.

Na druhej strane bol počet kandidátov zväčšený, jeden kandidát na linku bol dosadený na základe znalosti miestnych pomerov (Kvetnica – Priemyselný park), aby bol obslužený uzol Kvetnica a jedna doposiaľ neobsluhovaná hrana.

Počet ciest v jednotlivých úsekoch bol vypočítaný ako suma všetkých ciest, ktoré daným úsekom prechádzajú v oboch smeroch.

Výslednú množinu liniek tvoria len kyvadlové linky, okružné linky môžu pri návrhu vzniknúť až interaktívnym zásahom, keď sa napríklad zlúčenie dvoch kandidátov na linky do jednej okružnej javí ako výhodné riešenie.



Obr. 4.4: Kandidáti na linky zakreslení do grafu dopravnej siete. Ohodnotenie hrany predstavuje dĺžku úseku (priemerný cestovný čas na úseku) a počet ciest, ktoré týmto úsekom prechádzajú. [16]

Teraz je potrebné podľa teoretického postupu počet kandidátov na linky znížiť na požadovaný počet, alebo dokiaľ sa riešenie nestane neprípustným. Riešenie pokladáme za neprípustné, ak by po vylúčení linky z množiny liniek existoval uzol, ktorý nie je obsluhovaný žiadnou linkou. Na redukciu liniek bude použitý k tomu slúžiaci algoritmus opísaný v kapitole 3.2.1. Pre jednotlivé podmnožiny liniek je overená prípustnosť riešenia. Ak je podmnožina liniek prípustná, vypočítame pre každého kandidáta hodnotu účelovej funkcie a z týchto hodnôt účelových funkcií vyhladáme minimálnu hodnotu. Linku, ktorá tejto hodnote zodpovedá vyradíme z podmnožiny a postup opakujeme, až dokiaľ nedosiahneme zadaný počet liniek (v tomto bol tento počet nastavený na hodnotu $P = 6$), alebo v situácii, ak by každé ďalšie vypustenie znamenalo stratu prípustnosti riešenia.

V bakalárskej práci budú prezentované tri návrhy riešenia:

Návrh I vytvorený na základe matice počtu ciest MHD,

Návrh II vytvorený na základe matice celkového počtu ciest,

Návrh III vytvorený modifikáciou návrhu 2 – na základe znalostí miestnych pomerov.

Návrh I

Pri Návrhu I je vstupnou maticou matica počtu ciest MHD.

Vzorový výpočet:

Vzorový výpočet bude demonštrovaný na kandidátovi na linku Matejovce – AS (Autobusová stanica) (zavedený index M-AS). Postup výpočtov pre ďalších kandidátov na linky je zhodný, líši sa dosadenými hodnotami. Cieľom výpočtu je stanoviť hodnoty účelových funkcií kandidátov na linky podľa (3.7), bez posledného člena, teda

$$Z = \sum_{i, j, q_{ij} \neq 0} c_{ij} \cdot q_{ij} \quad (4.1)$$

kde cenu úseku vypočítame podľa (3.3). Ako dĺžka úseku d_{ij} je braná hodnota cestovného času medzi uzlami i a j . Pri výpočte ceny úseku c_{ij} uvažujeme s konštantami $K_1 = 1$, $K_2 = 1$ a $K_3 = 0$. Na výpočet intenzity potrebujeme poznať dobu obehu, ktorá sa bude rovnať intervalu, keďže uvažujeme s jedným fiktívnym dopravným prostriedkom na každej linke. Ten vypočítame podľa vzťahu:

$$t_o = 2 \cdot t_l + t_k \quad (4.2)$$

kde:

t_l je čas spoja, teda súčet všetkých jazdných dôb úsekov, ktorými je linka vedená

t_k je súčet obratových dôb na konečných zastávkach (pre každú konečnú zastávku je uvažovaných 5 minút, teda pre každú kyvadlovú linku sa uvažuje hodnota súčet obratových dôb 10 minút pri jednom obehu).

$$t_{oM-AS} = 2 \cdot (8 + 3 + 2 + 5) + 10 = 46 \text{ min}$$

$$N_{M-AS} = t_o = 46 \text{ min}$$

Hodnotu intervalu na úseku potom vypočítame ako prevrátenú hodnotu sumy prevrátených hodnôt dôb obehu kandidátov na linky, ktoré daným úsekom prechádzajú. Pre úsek Matejovce – OK Tan ju vypočítame nasledovne:

$$N_{M-OK} = \frac{1}{(1/46) + (1/48) + (1/48) + (1/46)} \doteq 12 \text{ min}$$

Kandidát na linku obsahuje 4 úseky Matejovce – OK Tan (index M-OK), OK Tan – Štadión (index OK-ST), Štadión – Slovenská sporiteľňa (index ST-SL), Slovenská sporiteľňa – Autobusová stanica (index SL-AS). Cena úsekov Matejovce – OK Tan, OK Tan – Štadión, Štadión – Slovenská sporiteľňa, Slovenská sporiteľňa – Autobusová stanica (pri výpočte sú vynechané indexy i a j) sa vypočíta nasledovne:

$$c = d + N \quad (4.3)$$

$$c_{M-OK} = 8 + 12 = 20$$

$$c_{OK-ST} = 3 + 5 = 8$$

$$c_{ST-SL} = 2 + 4 = 6$$

$$c_{SL-AS} = 5 + 46 = 51$$

Hodnotu účelovej funkcie potom vypočítame podľa (4.1) ako

$$Z = 20 \cdot 149 + 8 \cdot 210 + 6 \cdot 261 + 51 \cdot 13 = 6\,889$$

Vzorový výpočet uvedený v textu práce je pre jednoduchosť zaokrúhlený na celé čísla, preto sa hodnoty dosiahnuté vo výpočte a uvedené v prílohe B môžu líšiť.

Na základe hodnôt účelovej funkcie (príloha B, tab. P2.4) môžeme vykonať redukciu liniek. Kandidátov s minimálnou hodnotou účelovej funkcie môžeme vyradiť, ak tým nedôjde k strate prípustnosti riešenia. Na základe vypočítaných hodnôt účelových funkcií jednotlivých kandidátov na linky bolo redukovaných 5 liniek s najnižšou hodnotou účelovej funkcie, keďže ich redukcia nám neovplyvní hodnoty účelovej funkcie ďalších liniek a riešenie nestratí prípustnosť. Konkrétne sa jednalo o kandidátov Autobusová stanica – Veľká, Kovošrot – Veľká, Matejovce – Priemyselný park, Autobusová stanica – Šport a Autobusová stanica – Kovošrot, ktorá bola podcestou redukovanej linky Autobusová stanica – Šport.

Kandidát s ďalšou najnižšou hodnotou účelovej funkcie (po predchádzajúcej redukcii) je podľa prílohy B, tab. P2.4 kandidát Veľká – Priemyselný park. Tento kandidát

však zostane v návrhu zachovaný (linka bude v prevádzke), pretože inak by na jej trase ostalo v reálnej sieti veľa zastávok neobsluhovaných (nie sú zobrazené v sieti na obr. 4.2).

Keďže predošlé redukcie ovplyvnili hodnotu intervalu dotknutých úsekov, je potrebné prepočítať hodnoty účelových funkcií. Ďalej bude redukovaný kandidát na linku Slovenská sporiteľňa – Spišská Sobota, pretože má druhú najnižšiu hodnotu účelovej funkcie. Prepočítame hodnoty intenzity dotknutých úsekov a účelovej funkcie a opäť vyhladáme kandidáta s najnižšou hodnotou účelovej funkcie a takto postupujeme až dokiaľ nedosiahneme požadovaný počet liniek, alebo každá ďalšia redukcia znamená stratu prípustnosti riešenia. Ďalej teda redukujeme kandidátov Autobusová stanica – Torysa, potom Stráže – Priemyselný park, Nemocnica – Veľká, Slovenská sporiteľňa – Kovošrot, Torysa – Kovošrot, Veľká – Slovenská sporiteľňa, Juh -Kovošrot, Torysa – Stráže, Dom kultúry – Priemyselný park (tento kandidát predstavuje podcestu inej linky Šport – Priemyselný park). Je ešte možné redukovať kandidáta na linku Juh – Veľká.

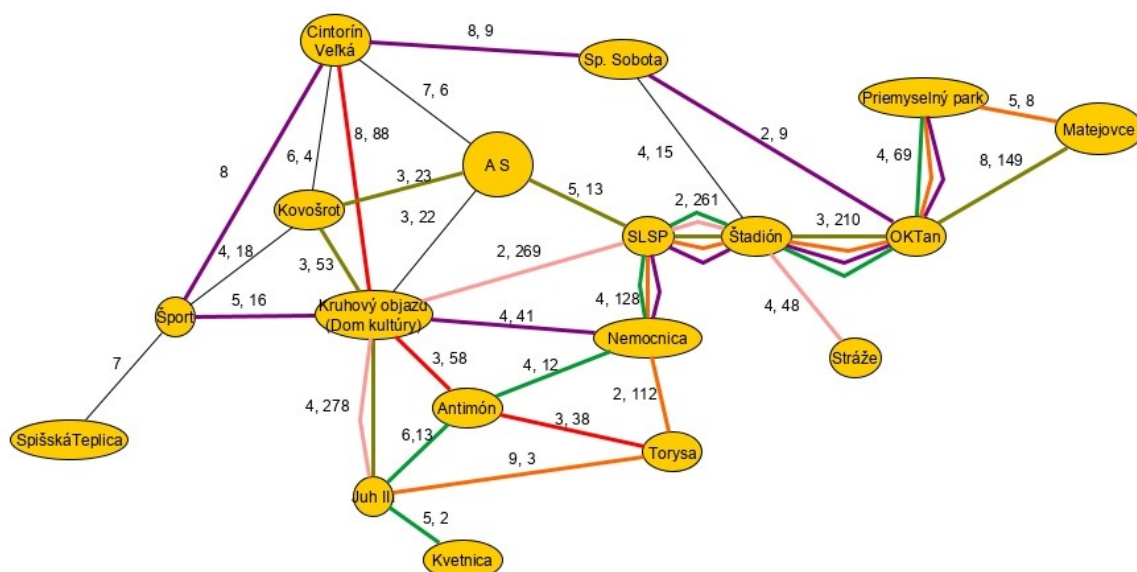
Ďalší postup podľa redukčného algoritmu by síce neznamenal stratu prípustnosti riešenia na zjednodušenej sieti, ale na reálnej sieti by zostali neobsluhované zastávky.

Ďalšie úpravy sú vykonané interaktívnym zásahom, keďže po ukončení redukčného algoritmu zostalo v niektorých častiach zjednodušenej siete veľa kandidátov vedených súbežne, a je možné ich zlúčiť do jedného, alebo pokryť územie obsluhované niektorým z kandidátov po úprave linkového vedenia. Týka sa to najmä oblasti mestskej časti Matejovce, kde sa medzi uzlami OK Tan a Matejovce nenachádzajú zastávky, ktoré by ostali neobsluhované, ak bude akákoľvek linka vedená cez uzly OK Tan – Priemyselný park – Matejovce. V nadväznosti na túto úvahu nahradíme kandidátov Torysa – Matejovce a Torysa – Priemyselný park jedným kandidátom Torysa – Priemyselný park – Matejovce. Ak tohto kandidáta z uzla Torysa vedieme ďalej do uzla Juh. Kandidát Juh – Torysa – Slovenská sporiteľňa sa potom stane jeho podcestou, preto ho môžeme redukovať.

Keďže väčšina liniek je vedená z oblasti centra, alebo nim prechádza, niekoľkými úpravami, hlavne zvýšením hodnoty nepriamosti a vedením po inej, ako minimálnej ceste, dosiahneme obsluhu aj iných uzlov, čo zredukuje ďalších kandidátov.

Ďalej sa javí výhodné zlúčiť 2 kandidátov (linky Priemyselný park – Šport a Veľká – Priemyselný park) do jednej okružnej linky. Zastávky medzi uzlami Cintorín, Veľká a Spišská Sobota tak získajú priame spojenie ako na Matejovce, tak aj na oblasť centra.

Ak budeme viesť linku Juh – Matejovce cez uzol Kovošrot, môžeme zredukovať zoznam kandidátov o kandidáta Kovošrot – Matejovce. Výsledné riešenie Návrhu I je vidieť na obr. 4.5.



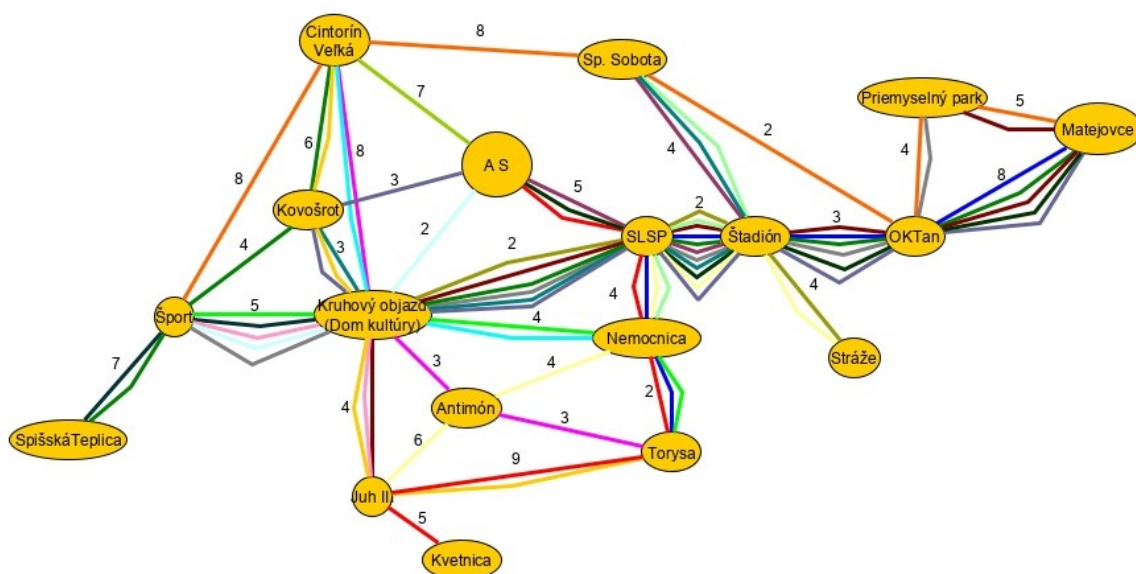
Obr. 4.5: Návrh linkového vedenia na základe matice ciest MHD [16]

Tento návrh má 6 liniek, z toho jednu okružnú. Žiadna linka v tomto návrhu nie je výrazne dlhšia, alebo kratšia ako iná (ak berieme v úvahu špecifiká okružnej linky). Ako nevýhoda sa javí, že uzol Autobusová stanica je obsluhovaná len jednou linkou. Vidíme, že najsilnejšie prepravné vzťahy vedú do Matejoviec z rôznych oblastí. V tomto návrhu nie je vedená žiadna linka do Spišskej Teplice, pretože v matici počtu ciest MHD nie je Spišská Teplica zahrnutá. Obec by bola teda obsluhovaná prímestskou autobusovou dopravou, prípadne obyvatelia využijú IAD.

Nevýhodou Návrhu I je obsluha uzla Autobusová stanica len jednou linkou. V návrhu bolo potrebné vykonať určité úpravy, aby mohol byť dosiahnutý nižší počet liniek. V reálnej prevádzke by mohol nastať problém s označením liniek, keď sú 2 linky vedené v relácii Juh – Matejovce, informácia by musela byť okrem názvu konečnej zastávky doplnená o informáciu o tom, cez ktoré zastávky je táto linka vedená. Mohla by tým utrpieť prehľadnosť systému. Existujú však systémy MHD (napr. električková doprava v Olomouci), kde sú dvojice liniek vedené v rovnakej relácii, avšak cez iné nácestné zastávky a systém môže stále pôsobiť prehľadne.

Návrh II

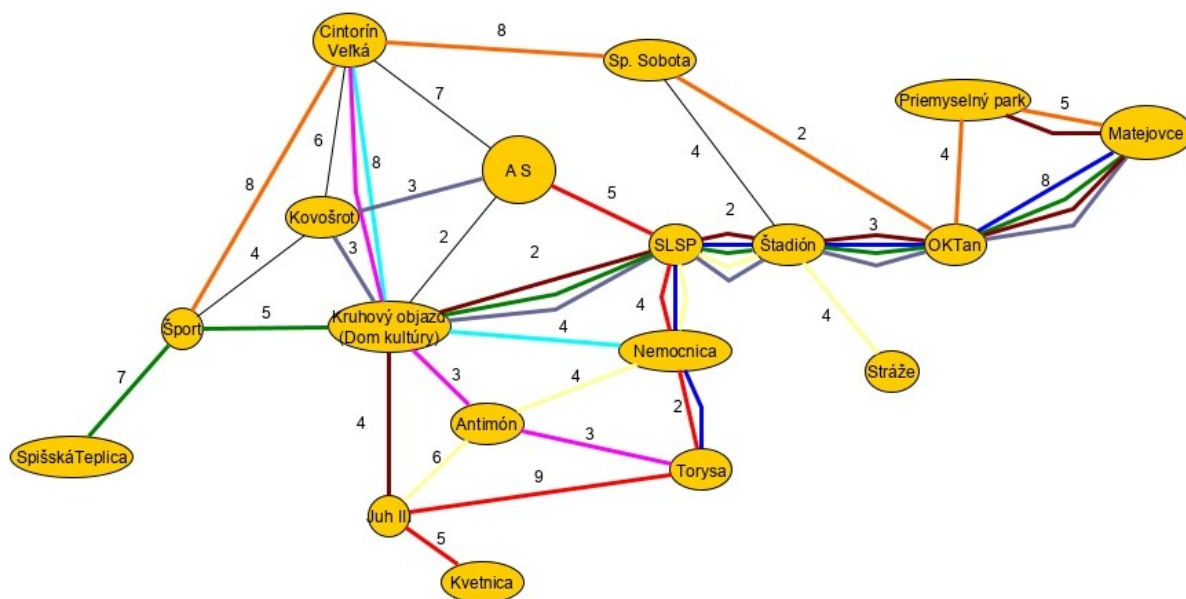
Pri Návrhu II je vstupnou maticou matica celkového počtu ciest. Je použitý rovnaký postup ako pri tvorbe Návrhu I. Kandidáti na linky vzniknuté z matice celkových ciest (príloha B, tab. P2.5.) sú na obrázku 4.6. Hodnoty na hlavnej diagonále matice celkových ciest sú považované za nulové. Vysoké hodnoty na hlavnej diagonále sú spôsobené pešími presunmi na krátku vzdialenosť, ktoré sú v matici započítané.



Obr. 4.6: Kandidáti na linky vychádzajúci z matice báza ciest – celkový počet ciest (Tab. P2.4.) [16]

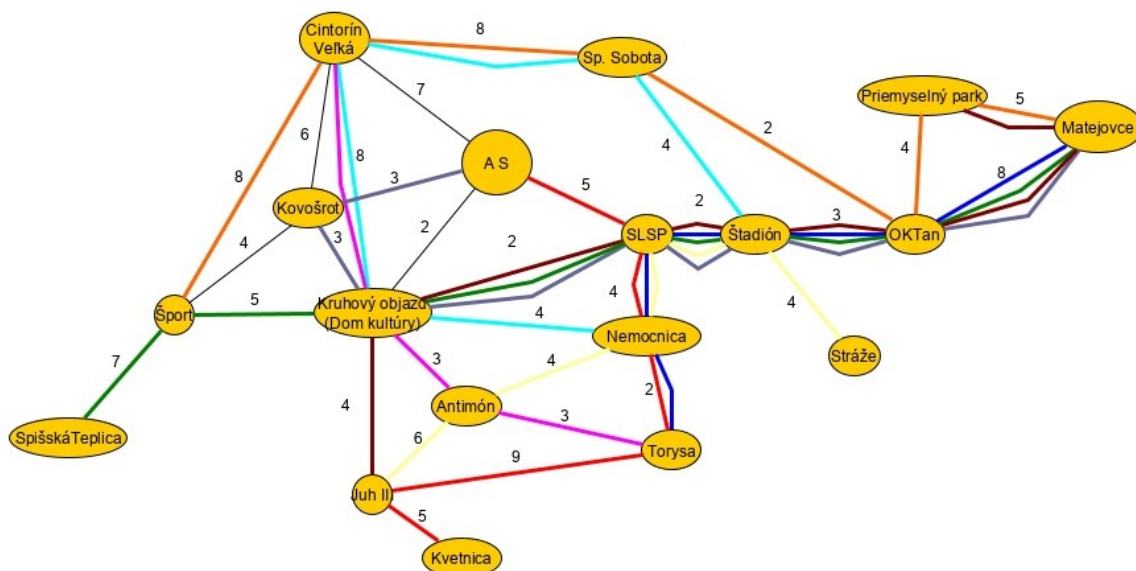
Niektorí kandidáti boli za účelom zjednodušenia výpočtu zlúčení do jedného, ak mali spoločnú 1 konečnú zastávku a toto zlúčenie nemalo negatívny dopad na nepriamosť, alebo prehľadnosť siete. Pri výpočte hodnôt účelovej funkcie kandidátov (príloha B, tab. P2.7.) bolo postupované rovnakým spôsobom, ako v predošlom návrhu, tzn., je potrebné redukovať počet liniek na požadovanú hodnotu, pričom treba zachovať prípustnosť riešenia. Ako prvý je vylúčený kandidát Autobusová stanica – Veľká, potom Spišská Sobota – Autobusová stanica. Teraz je potrebné prepočítať hodnoty účelovej funkcie úsekov a kandidátov a zase ich zredukovať. Postup opakujeme až do dosiahnutia požadovaného počtu liniek, alebo ak by ďalšia redukcia znamenala stratu prípustnosti riešenia. Ak má kandidát nižšiu hodnotu účelovej funkcie, než iní, ale jeho redukciou by sa riešenie stalo neprípustné, tohto kandidáta zachováme a vylúčime toho s druhou najnižšou hodnotou účelovej funkcie. Ďalej redukujeme kandidátov: Autobusová stanica – Šport, Spišská Teplica – Veľká, Stráže – Dom kultúry. Kandidáti Spišská Teplica – Dom kultúry a Dom kultúry – Matejovce sú zlúčení do jednej linky. Pokračujeme v redukcii kandidátov Juh – Šport, Nemocnica – Spišská Sobota,

Autobusová stanica – Matejovce, Torysa – Kovošrot, Spišská Sobota – Kovošrot. Ďalej je redukovaná linka Šport – Priemyselný park, ktorá môže byť nahradená linkou Spišská Teplica – Matejovce. Linka Šport – Matejovce, vedená cez uzol Spišská Sobota, ostáva zachovaná, pretože jej redukciou by ostalo veľa zastávok na úsekoch neobsluhovaných. Ďalej redukujeme kandidáta Torysa – Šport. Ďalšia redukcia by už znamenala buď stratu prípustnosti riešenia, alebo majú linky príliš vysokú hodnotu účelovej funkcie na to, aby boli redukované. Po redukcii vyzerá návrh linkového vedenia nasledovne, viď obr. 4. 7:



Obr. 4.7: Kandidáti na linky po redukcii [16]

Následné úpravy sú vykonané interaktívne, teda manuálnym zásahom na základe znalosti miestnych pomerov a snahy ponúknuť cestujúcim čo najlepšiu prepravnú príležitosť. Návrh v tomto stave má niekoľko nedostatkov. Tým hlavným je, že v úseku Spišská Sobota – Štadión nie je vedená žiadna linka, takže zastávky nachádzajúce sa na tomto úseku by neboli obsluhované. Kandidát na linku Nemocnica – Veľká je v navrhovanom vedení krátky, takže jeho predĺženie je žiaduce. Vo výslednom návrhu je predĺžená cez uzol Spišská Sobota na Štadión, ako je vidieť na obr. 4.8:



Obr. 4.8: Návrh linkového vedenia na základe matice celkových ciest [16]

Návrh II obsahuje 9 liniek, čo je o jednu viac ako súčasný stav. Vyšší počet liniek, ako v súčasnom stave, nie je zásadným problémom, pretože systém vedenia spojov na linkách podľa Návrhu II je homogénny a sieť je prehľadnejšia, ako v súčasnom stave. Navyše, dopravná obslužnosť Matejoviec je v Návrhu II lepšia ako v súčasnom stave. Je však otázne, či je potrebné obsluhovať Matejovce v prepravnom sedle štyrmi linkami (ako vyplýva z Návrhu II), alebo menším počtom liniek s prípadnými prestupmi v reláciách, v ktorých v prepravnom sedle nebude prevádzkovaná priama linka.

Nevýhodou Návrhu II je že veľa liniek je od uzla Slovenská sporiteľňa vedených do uzlov Matejovce, prípadne Priemyselný park z rôznych oblastí. Tieto linky majú opodstatnenie len počas špičky. Tým pádom nastáva veľký súbeh liniek. Taktiež nie je ideálny nízky počet liniek prechádzajúcich cez Autobusovú stanicu, čo nevytvára ideálnu príležitosť pre použitie MHD na zdlanie poslednej míle.

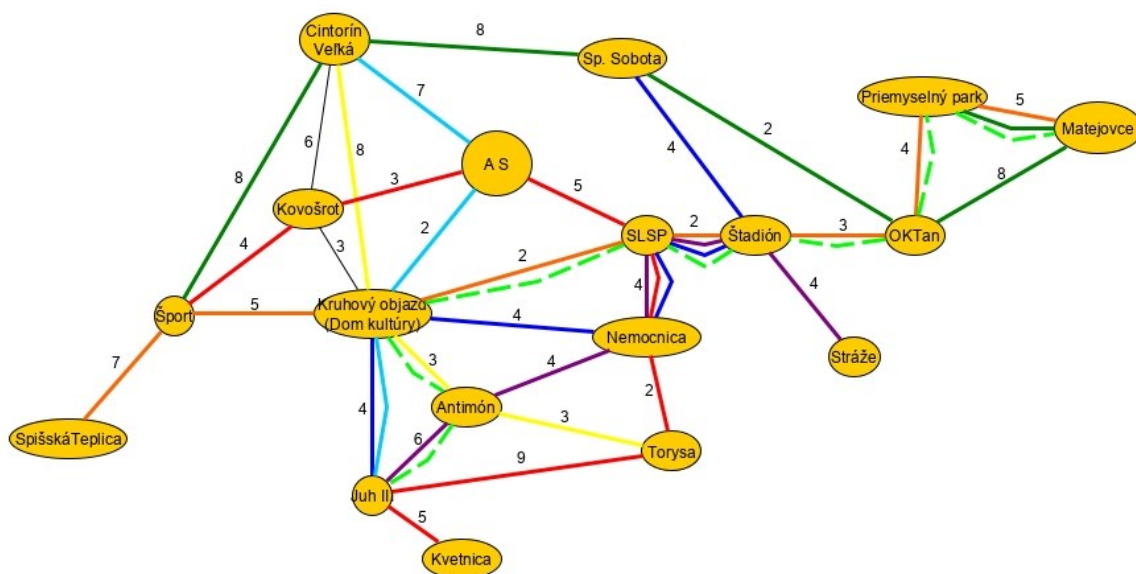
K tomuto návrhu bol vytvorený samostatný doplňujúci variant označený ako IIB. Vo variante IIB bolo upravené linkové vedenie a všetky linky sú vedené cez uzol Priemyselný park s cieľom znížiť celkový priemerný cestovný čas, ktorého výpočet a hodnoty sú uvedené v kapitole 4.3. V sedle je potom možné linky viesť priamo bez zachádzky do uzla Priemyselný park.

Návrh III

Návrh III bol vypracovaný na základe redukovaného predošlého návrhu, s dôrazom a snahou dosiahnuť čo najnižší výsledný počet liniek a zároveň zachovať čo najlepšiu

prepravnú príležitosť a plošnú obsluhu. Na základe predošlého návrhu v kombinácii so znalosťou miestnych pomerov boli do prázdnej maximálnej dopravnej siete (obr.4.2) vnesené navrhované linky. Tie, ako bolo spomenuté, vychádzajú z charakteru smerovania hlavných prepravných prúdov, ktorý vzišiel z Návrhu II. Hlavným cieľom Návrhu III je odstrániť vysokú mieru súbehu liniek v oblasti Matejoviec a zlepšiť obsluhu uzlu Autobusová stanica, oproti Návrhu II. Návrh III je vytvorený tak, aby nevyžadoval žiadne ďalšie úpravy, na dosiahnutie stavu, v ktorom sú všetky zastávky v reálnej sieti obsluhované. To je dôsledok skutočnosti, že návrh je vytvorený interaktívne a na základe znalosti miestnych pomerov.

V Návrhu III (viď obr. 4.9) je 8 liniek, pričom jedna (Juh – Matejovce) je linka, vedená v smere požadovanom hlavne v dobe prepravnej špičky. Linka Spišská Teplica – Matejovce bude v dobe prepravnej špičky vedená cez autobusovú stanicu, aby sa cestujúci dochádzajúci prímestskou a diaľkovou dopravou na autobusovú stanicu mohli pohodlne dostať do Matejoviec a Priemyselného parku.



Obr. 4.9: Návrh linkového vedenia na vypracovaný interaktívne na základe predchádzajúceho návrhu a znalosti miestnych pomerov [16]

Ďalším krokom v návrhu systému MHD ako celku by bola distribúcia a následná redistribúcia dopravných prostriedkov na linky ako bolo opísané v metóde návrhu. Realizácia týchto krokov by však už presahovala rozsah tejto práce, keďže hlavným cieľom bolo vytvoriť návrh linkového vedenia.

4.3 Vyhodnotenie jednotlivých variantov

Ako vyhodnocovacie kritérium bude použitý celkový cestovný čas, potrebný na presun medzi danými uzlami. Čas premiestnenia je vypočítaný ako čas v dopravných prostriedkoch plus čas potrebný na prípadný prestup (ak medzi uzlami nevedie priama linka). Čas na prestup je pre účely výpočtu stanovený na 10 minút. To znamená, že každý potrebný prestup pridá k celkovému času premiestnenia 10 minút. Celkový cestovný čas je potom vypočítaný ako suma všetkých cestovných časov medzi danými uzlami krát počet ciest medzi nimi, teda:

$$t_c = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij} \cdot q_{ij} \quad (4.4)$$

kde t_{ij} je cestovný čas medzi uzlami i a j ,

q_{ij} je počet ciest medzi nimi a

n je počet uzlov v sieti 4.2 .

Ďalšie vstupné predpoklady:

Čas chôdze na zastávku a zo zastávky do cieľa sa do celkového času premiestnenia počíta, no pre vyhodnotenie nie je relevantný, keďže oproti súčasnému stavu zostáva nezmenený.

Priemerný cestovný čas na jednu cestu sa vypočíta ako podiel celkového cestovného času a sumy všetkých ciest (na hlavnej diagonále matic počtu ciest sú nenulové hodnoty nahradené hodnotami 0).

Výsledky porovnania:

Celkový cestovný čas súčasného stavu (matica MHD): 11 260 min, 14,78 min/cesta

Celkový cestovný čas súčasného stavu (matica celkových ciest): 51 713 min, 13,83 min/cesta

Celkový cestovný čas v Návrhu I (matica MHD): 11 549 min, 15,16 min/cesta

Celkový cestovný čas v Návrhu II (matica celkových ciest): 43 710 min, 11,69 min/cesta

Celkový cestovný čas v Návrhu II – variante IIB (matica celkových ciest): 42 883 min, 11,47 min/cesta

Celkový cestovný čas v Návrhu III (matica celkových ciest): 42 163 min, 11,28 min/cesta

Najnižší cestovný čas na jednu cestu vychádza v Návrhu III, teda návrhu, ktorý vznikol na základe modifikovaného Návrhu II. Priemerný cestovný čas pri tomto návrhu je 11,28 minúty. To je priemerný čas, ktorý cestujúci stravia pri presunoch v systéme MHD podľa tohto návrhu. Oproti súčasnému stavu je to úspora o 2,55 minúty na cestujúceho. Počet navrhovaných liniek je 8, čo je zhodné so súčasným stavom. Takto navrhnuté vedenie je však oproti súčasnému stavu oveľa prehľadnejšie.

5. Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov

V diele [12] sú opísané 4 varianty možného vedenia liniek po použití opísanej metódy. Každý z variantov uvádza vo výslednom riešení 12, alebo viac liniek. Na základe historických prameňov [14] je možné pozorovať určité podobnosti medzi návrhom z [12] a cestovnými poriadkami z [14]. Reálne linkové vedenie však presne nezodpovedá riešeniam, ako boli navrhnuté. V roku 1996 teda mesto obsluhovalo 14 liniek, z toho niektoré však len v počte pár spojov denne v dobe prepravnej špičky. Vidíme, že v tom čase bola vedená aj linka na letisko. Varianty z [12] č. I. – III. uvádzajú priemerný cestovný čas pre cestujúceho 18 a variant IV. 19 minút. Varianty riešenia v [12] uvažujú hlavne s radiálnymi a okružnými linkami. Priame porovnanie návrhov obsiahnutých v práci [12] a bakalárskej práci nie je možné, z dôvodu zmeny názvov niektorých zastávok.

V bakalárskej práci boli vytvorené štyri návrhy na vedenie liniek MHD. Z nich sa ako najvýhodnejšie riešenie (z hľadiska priemerného času stráveného v systéme MHD) javí riešenie obsiahnuté v Návrhu III, preto sa v ďalšom texte uvažuje s týmto variantom. Riešenie navrhnuté v tejto práci dospelo k riešeniu cca 11,5 minúty pre jedného cestujúceho. Keďže nie sú známe všetky výpočtové údaje z [12], nie je možné tieto hodnoty priamo porovnať. Počet liniek v navrhnutom riešení je výrazne nižší ako v riešeniach z [12] a je rovný počtu liniek, ktoré mesto obsluhujú pri súčasnom stave.

Hlavným rozdielom od súčasného stavu je, že väčšina navrhovaných liniek je diagonálnych, alebo tangenciálnych, pričom súčasnému stavu dominujú radiálne a okružné linky. Výhoda diagonálnej linky je, že prepojí 2 okrajové časti mesta s centrálnou časťou a zároveň aj 2 okrajové časti medzi sebou bez nutnosti prestupu v centrálnej časti. V navrhnutom riešení je však na rozdiel od súčasného stavu obsluhovaná aj obec Spišská Teplica a mestská časť Kvetnica.

Najvýraznejší rozdiel medzi návrhmi v práci [12] a návrhmi v bakalárskej práci je však v hlavných smeroch prepravných prúdov. Z návrhu riešenia [12] je zrejmé, že v čase návrhu smerovali hlavné prúdy zo sídliska Juh do centra mesta, menej potom z mestských častí Veľká a Spišská Sobota do centra. Dodnes sa zachovali silné prepravné prúdy medzi centrom mesta a sídliskom Juh, ale vytvorili sa silnejšie väzby na mestskú časť Matejovce, resp. priemyselný park, smerujúce zo všetkých častí mesta. To je dané hlavne vznikom priemyselného praku (resp. rozšírením z jednej na niekoľko firiem, ktoré tu pôsobia).

Pri vytváraní návrhov došlo k prípadu, že Návrh I bol podľa hodnotiaceho kritéria (celkový čas premiestnenia) horší v porovnaní so súčasným stavom. To je dôsledok použitia heuristickej metódy. Tie nezaručujú, že nájdeme lepšie riešenie, než súčasný stav, preto je vyhodnotenie a porovnanie so súčasným stavom veľmi dôležité.

K navrhovanému riešeniu je spracovaná SWOT analýza, ktorá názornejšie ukáže silné a slabé stránky navrhnutého riešenia, ako aj možný priestor na zlepšenie a prípadné hrozby.

	POMOCNÉ (k dosiahnutiu cieľa)	ŠKODLIVÉ (k dosiahnutiu cieľa)
VNÚTORNÉ (atribúty organizácie)	STRENGTHS (silné stránky): <ul style="list-style-type: none"> • prehľadnosť, • dobrá plošná obslužnosť, • rovnomerné rozloženie počtu liniek medzi dvoma uzlami, • niektoré linky potrebné len v špičke. 	WEAKNESSES (slabé stránky): <ul style="list-style-type: none"> • zjednodušenie vstupných dát, • zjednodušenie dopravnej siete, • ručný heuristický výpočet.
VONKAJŠIE (atribúty prostredia)	OPPORTUNITIES (príležitosti): <ul style="list-style-type: none"> • prispôsobenie reálnym skúsenostiam z prevádzky, • lepšia prepravná príležitosť, • zlepšenie informovanosti cestujúcich, • zjednodušenie systému MHD ako celku, • prispôsobenie tarify k využívaniu prestupov medzi linkami. 	THREATS (hrozby): <ul style="list-style-type: none"> • averzia cestujúcich voči prestupom, • intenzívne využívanie IAD, • možná potreba úprav v infraštruktúre.

Tab. 5.1: SWOT analýza navrhnutého riešenia. [17]

Zo SWOT analýzy vyplýva, že navrhované riešenie je prehľadnejšie ako súčasný stav, hlavne z dôvodu, že linky sú vedené vždy jednou trasou (homogénne linky) a nelíšia sa medzi sebou. Navrhované riešenie poskytuje rovnomernejšie rozloženie liniek po celej dopravnej sieti. Pri jeho návrhu však bolo uvažované s mnohými zjednodušeniami, ako vo výpočtoch matice prepravných vzťahov, tak aj v tvorbe modelu dopravnej siete, aby bolo možné použiť ručné výpočty, ktoré už tak boli časovo náročné. Ako problém sa môže javiť značný odpor cestujúcich voči prestupom medzi linkami MHD, ktoré sú však v určitých prepravných smeroch, vzhľadom na snahu zachovať čo najnižší počet liniek, nevyhnutné. Tomu by mal byť prispôsobený aj tarifný systém, aby cestujúcich, ktorí musia na dosiahnutie svojho cieľa prestupovať, neznevýhodňoval. Aby mohla MHD čeliť súčasnému trendu v podobe intenzívneho využívania IAD, musí ponúkať kvalitné služby za atraktívnu cenu. Linkové vedenie je základný predpoklad kvalitnej ponuky služby, avšak musí byť doplnené ďalšími aspektmi kvality, ako je bezpečnosť, dobrá informovanosť, dobrá časová ponuka spojov, pohodlie, čistota vozidiel, bezbariérovosť atď.

Z aspektov návrhu systému MHD uvedených v kapitole 3.1 má linkové vedenie zásadný význam na prehľadnosť systému, priestorovú dostupnosť, nepriamosť liniek a celkový čas premiestnenia. Linkové vedenie navrhnuté v tejto práci obsahuje homogénne trasy a diagonálnym vedením liniek sa snaží zachovať systém čo najprehľadnejší. Na základe metódy návrhu uspokojuje primárne najsilnejšie prepravné prúdy čo najpriamejšími trasami. Vyhovujúce linkové vedenie je základom pre dobre fungujúci systém MHD. Časová dostupnosť a možnosť náhodného príchodu na zastávku aj bez znalosti CP je predmetom konštrukcie cestovných poriadkov. Bolo by však žiaduce, aby mali linky zavedený pravidelný interval. V špičke na najvyťaženejších linkách napríklad 12, alebo 15 minút. Ďalšie aspekty kvalitného systému ako dobrá informovanosť, tarifa, bezbariérovosť a vplyv na životné prostredie závisia hlavne na dopravcovi, prípadne objednávateľovi služby vo verejnom záujme.

Príloha C obsahuje tabuľku navrhovaného vedenia liniek v reálnej sieti so zoznamom zastávok a hodnotami nepriamosti. Ak tieto hodnoty porovnáme so súčasným stavom (tab. 1.1), vidíme, že hodnoty v navrhovanom riešení sú bližšie k primeraným hodnotám 1,2 – 1,3 podľa [2]. Príloha D potom obsahuje schematickú mapu navrhovaného riešenia linkového vedenia. Jednotlivé navrhované linky sú odlišené farebne, zhodne s prílohou C, príloha D je grafickým znázornením prílohy C.

6. Záver

Hlavným cieľom tejto práce bolo priniesť návrh úpravy linkového vedenia MHD v Poprade na základe vybranej metódy. Dosiahnuté výsledky boli potom vyhodnotené a porovnané so súčasným stavom a návrhovým riešením z [12] z roku 1990.

V prvej časti je čitateľ uvedený do problematiky MHD ako takej a do riešenej oblasti mesta Poprad. V nej je zoznámený s úlohou MHD v meste a jeho rozvoji a so základným fungovaním MHD. Bližšie je opísaná topografia mesta a takisto sú opísané hlavné smery prepravných prúdov a významné body v blízkosti zastávok.

Druhá časť približuje súčasný stav MHD v Poprade. Postupne je opísaný súčasný vozový park a linkové vedenie, ako aj niektoré problémy, ktoré súčasný stav prináša.

Teoretická časť približuje aspekty návrhu systému MHD a hovorí bližšie o tom, čo by mal systém MHD na základe požiadaviek súčasnosti spĺňať. Ďalej sú opísané 2 heuristické metódy návrhu linkového vedenia MHD, prvá je heuristická metóda opísaná v [12], ktorá zohľadňuje stratégiu cestovania. Druhá metóda je taktiež heuristická, je opísaná v [1] a vychádza z prvej metódy. Následne sú obe metódy teoreticky porovnané.

Návrhová časť vychádza zo vstupných údajov uvedených v [13], resp. jeho prílohách. Tieto údaje boli následne upravené do podoby vhodnej pre účely tejto práce. Na základe vybranej metódy je potom vytvorených niekoľko návrhov riešenia. Prvý návrh bol vytvorený na základe opísanej metódy a na základe vstupných údajov matice prepravných vzťahov za využitia MHD. Druhý vzišiel taktiež použitím prvej metódy a následnou redukciou kandidátov na linky, avšak vstupným údajom bola matica počtu celkových ciest. Potom boli obe varianty upravené interaktívne, zásahom na základe znalosti miestnych pomerov. Tretí návrh, ktorý sa na základe vybraného kritéria – priemerný cestovný čas na jednu cestu – javil ako najvýhodnejší, vznikol na základe druhého variantu, avšak bez vytvárania kandidátov a redukcie.

Posledná časť sa zaoberá porovnaním navrhnutého a súčasného stavu a takisto porovnáva navrhnuté riešenia s návrhmi z [12]. K vyhodnoteniu návrhu je použitá aj SWOT analýza, ktorá ukazuje dosiahnuté výsledky názornejšie.

Prínosom tejto práce malo byť zoznámenie s metódou návrhu a aplikácia tejto metódy na súčasné pomery v Poprade. Hlavným zámerom bolo vytvoriť návrh riešenia linkového vedenia MHD, ktoré by mohlo byť vhodné pre mesto Poprad a prinieslo by zlepšenie súčasnej dopravnej situácie v meste a zatraktívnenie MHD.

Pod'akovanie

Chcel by som sa veľmi pekne poďakovať vedúcemu tejto práce pánovi doc. Ing. Dušanovi Teichmannovi Ph.D. za jeho vzorné, dôsledné a odborné vedenie a smerovanie pri tvorbe tejto práce, ako aj za zapožičanie odporúčanej literatúry. Počas celej doby tvorby práce mi bol vždy ochotný poradiť a vysvetliť mi danú problematiku. Ďalej by som sa chcel poďakovať Ing. Branislavovi Danielovi z Mestského úradu Poprad za poskytnutie výsledkov dopravno-sociologického prieskumu a veľa odpovedí na početné dotazy. Veľké ďakujem patrí mojej mamke Ivetke, ktorá mi pomohla získať veľa najmä teoretických podkladov k tejto práci z veľmi dobre vedeného archívu mesta Poprad. Ďakujem svojej rodine, ktorá ma vždy podporila a milými úsmevmi, slovami a objatiami ma všetci posúvali ďalej. V neposlednom rade sa chcem poďakovať kamarátom zo študentského spolku ESN VŠB-TUO a ESN UP Olomouc a kamarátom v rodnom Poprade, ktorí mi boli najbližšou oporou v ťažkých chvíľach. Špeciálne poďakovanie by som chcel venovať svojmu dedkovi, ktorý ma počas celého štúdia podporoval a zaujímal sa, no bohužiaľ, si už túto prácu nebude môcť prečítať.

Zoznam zdrojov

Literatúra a internetové zdroje

- [1] SUROVEC, Pavel. *Tvorba systému mestskej hromadnej dopravy*. Žilina: EDIS - vydavateľstvo Žilinskej univerzity v Žiline, 1999. ISBN 80-7100-586-X.
- [2] SUROVEC, Pavel. *Technológia hromadnej osobnej dopravy, cestná a mestská doprava*. Žilina: EDIS - vydavateľstvo Žilinskej univerzity v Žiline, 1998. ISBN 80-7100-494-4.
- [3] Základné informácie. *Poprad oficiálne stránky mesta* [online]. WEBY GROUP [cit. 2018-10-10]. Dostupné z: <https://www.poprad.sk/zakladne-informacie.phtml?id5=19967>
- [4] CESTOVNÝ PORIADOK VLAKOV OSOBNEJ DOPRAVY 2017/2018. ŽSR [online]. 2018 [cit. 2018-10-10]. Dostupné z: <https://www.zsr.sk/pre-cestujucich/cestovny-poriadok/>
- [5] *Dodatok č. 7 k Zmluve o službách vo verejnom záujme v mestskej hromadnej autobusovej doprave na roky 2010 - 2019*. Poprad, 2018.
- [6] Základné údaje o meste. *Svit* [online]. 2015 [cit. 2018-10-11]. Dostupné z: <http://www.svit.sk/mesto/o-meste-svit/zakladne-udaje>
- [7] *Spišská Teplica - Oficiálna stránka obce* [online]. 2018 [cit. 2018-10-11]. Dostupné z: <http://www.obecspisskateplica.sk/>
- [8] *Slovenská autobusová doprava Poprad akciová spoločnosť* [online]. [cit. 2018-10-14]. Dostupné z: <http://sadpp.sk/>
- [9] *Troliga Bus* [online]. 2017 [cit. 2018-11-13]. Dostupné z: <http://troligabus.sk/>
- [10] *Highlights - Jest +* [online]. 2018 [cit. 2018-11-13]. Dostupné z: <https://www.karsan.com.tr/en/jest/jest-plus/jest-plus-highlights>
- [11] Čo je to duobus?. *Imhd.sk: imhd Bratislava* [online]. 03.09.2006 [cit. 2019-01-28]. Dostupné z: <https://imhd.sk/ba/doc/sk/3889/Co-je-to-duobus>
- [12] CHLEBNÍČAN, P. et al. *Optimalizácia autobusovej MHD v meste Poprad: Správa o riešení úlohy*. Žilina: CHAPS, Softwarové stredisko pre dopravné projektovanie, 1990.
- [13] MATEČEK, Ľubomír, Marek DRLIČIAK a Lenka FEDOROVÁ. *Dopravno-sociologický prieskum funkčnej mestskej oblasti Poprad 2017*. ADECCO Slovakia, 2017.

[14] *INFO POPRAD: MESTSKÁ HROMADNÁ DOPRAV VLA KOVÁ DOPRAVA AUTOBUSOVÁ DOPRAVA*. 1996. ISBN 80-967167-5-1.

Obrázky:

[15] Linky MHD Poprad. In: *Imhd.sk* [online]. 2000 [cit. 2018-12-29]. Dostupné z: <http://imhd.sk/tatry/mapa-schema/214/Linky-MHD-Poprad-20110601>

[1] SUROVEC, Pavel. *Tvorba systému mestskej hromadnej dopravy*. Žilina: EDIS - vydavateľstvo Žilinskej univerzity v Žiline, 1999. ISBN 80-7100-586-X. s. 49

[16] Vlastné spracovanie

Tabuľky:

[16] Vlastné spracovanie

[17] SÚKUP, Michal. SWOT analýza – šablona. Ing. Michal Súpup: *Dvůr Králové nad Labem* [online]. 24.03.2012 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <https://www.sukup.cz/dvur-kralove-nad-labem/swot-analyza-sablona/>

Zoznam príloh

Príloha A: Cestovné poriadky MHD Poprad

Príloha B: Matice medzioblastných prepravných vzťahov, výpočtové tabuľky

Príloha C: Zoznam zastávok navrhovaných liniek podľa Návrhu III,

Príloha D: Schematická mapa navrhovaného riešenia s úplným linkovým vedením

Príloha A: Cestovné poriadky MHD Poprad

1 Poprad,,AS - Západ - Levočská ul. - nemocnica - Nové mesto Juh III - Západ -Poprad,AS																									Plati od: 1. 1. 2019						
Prepravu zabezpečuje:SAD Poprad,a.s.,Poprad,Wolkerova 466,tel.č.052/7723565																															
SAD Poprad a.s.																															
km	Tr	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41									
0	0	1 od Poprad,AS	415	...	505	608	630	...	650	715	800	...	845	1000	...	1130	1300	1330	...	1400	1430	...	1500	1530	1600	...	1630	1700	1730	...	1830
1	1	PP,Kovošrot	MHD 418	...	508	611	633	...	653	718	803	...	848	1003	...	1133	1303	1333	...	1403	1433	...	1503	1533	1603	...	1633	1703	1733	...	1833
1	3	PP,závod Zdroj	MHD 420	...	510	613	635	...	655	720	805	...	850	1005	...	1135	1305	1335	...	1405	1435	...	1505	1535	1605	...	1635	1705	1735	...	1835
2	2	PP,Sidl.Západ Šport	MHD 422	...	512	615	637	...	657	722	807	...	852	1007	...	1137	1307	1337	...	1407	1437	...	1507	1537	1607	...	1637	1707	1737	...	1837
2	5	PP,obch.dom	MHD 424	...	514	617	639	...	659	724	809	...	854	1009	...	1139	1309	1339	...	1409	1439	...	1509	1539	1609	...	1639	1709	1739	...	1839
3	3	PP,Dom kultúry	MHD 427	...	517	620	642	...	702	727	812	...	857	1012	...	1142	1312	1342	...	1412	1442	...	1512	1542	1612	...	1642	1712	1742	...	1842
4	4	PP,Slov. športelňa	MHD 429	...	519	622	644	...	704	729	814	...	859	1014	...	1144	1314	1344	...	1414	1444	...	1514	1544	1614	...	1644	1714	1744	...	1844
5	5	PP,Levočská ul.	MHD 431	...	521	624	646	...	706	731	816	...	901	1016	...	1146	1316	1346	...	1416	1446	...	1516	1546	1616	...	1646	1716	1746	...	1846
6	6	PP,Nemocnica	MHD 433	...	523	626	648	...	708	733	818	...	903	1018	...	1148	1318	1348	...	1418	1448	...	1518	1548	1618	...	1648	1718	1748	...	1848
7	7	PP,Nové mesto,Torysa	MHD 435	...	525	628	650	...	710	735	820	...	905	1020	...	1150	1320	1350	...	1420	1450	...	1520	1550	1620	...	1650	1720	1750	...	1850
8	8	PP,Nové mesto,Hornád	MHD 437	...	527	630	652	...	712	737	822	...	907	1022	...	1152	1322	1352	...	1422	1452	...	1522	1552	1622	...	1652	1722	1752	...	1852
8	12	PP,Nové mesto,Kostol	MHD 439	...	529	632	654	...	714	739	824	...	909	1024	...	1154	1324	1354	...	1424	1454	...	1524	1554	1624	...	1654	1724	1754	...	1854
9	9	PP,Nové mesto,Kaufland	MHD 441	...	531	634	656	...	716	741	826	...	911	1026	...	1156	1326	1356	...	1426	1456	...	1526	1556	1626	...	1656	1726	1756	...	1856
9	14	PP,Nové mesto,Juh III	MHD 443	...	533	636	658	...	718	743	828	...	913	1028	...	1158	1328	1358	...	1428	1458	...	1528	1558	1628	...	1658	1728	1758	...	1858
10	10	PP,Nové mesto,Rožhavská cesta	MHD 445	...	535	638	700	...	720	745	830	...	915	1030	...	1200	1330	1400	...	1430	1500	...	1530	1600	1630	...	1700	1730	1800	...	1900
12	12	PP,obch.dom	MHD 448	...	538	641	703	...	723	748	833	...	918	1033	...	1203	1333	1403	...	1433	1503	...	1533	1603	1633	...	1703	1733	1803	...	1903
12	17	PP,Sidl.Západ Šport	MHD 449	...	539	642	704	...	724	749	834	...	919	1034	...	1204	1334	1404	...	1434	1504	...	1534	1604	1634	...	1704	1734	1804	...	1904
13	13	PP,závod Zdroj	MHD 451	...	541	644	706	...	726	751	836	...	921	1036	...	1206	1336	1406	...	1436	1506	...	1536	1606	1636	...	1706	1736	1806	...	1906
13	13	PP,Kovošrot	MHD 453	...	543	646	708	...	728	753	838	...	923	1038	...	1208	1338	1408	...	1438	1508	...	1538	1608	1638	...	1708	1738	1808	...	1908
14	14	20pr Poprad,AS	MHD 455	...	545	648	710	...	730	755	840	...	925	1040	...	1210	1340	1410	...	1440	1510	...	1540	1610	1640	...	1710	1740	1810	...	1910

*-premáva v pracovné dni

2 AS-Slovenská sporiteľňa - Vagónka-Matejovce a späť

Platí od: 1. 1. 2019

Prepravu zabezpečuje: SAD Poprad a.s., Poprad, Wolkerova 466, tel.č. 052/7723565

km		Tč		SAD Poprad a.s.		1		3		5		7		9		11		13		15		17		19		21		23		25		
0	0	0	0	1	od	Poprad, AS	MHD	520	635	700	810	1010	1110	1210	1310	1420	1520	1610	1710	1810	1910	2010	2110	2210	2310	2410	2510	2610	2710	2810	2910	3010
0	0	0	0	2		PP: Hviezdoslavova ADUS	MHD	521	636	701	811	1011	1111	1211	1311	1421	1521	1611	1711	1811	1911	2011	2111	2211	2311	2411	2511	2611	2711	2811	2911	3011
0	0	0	0	3		PP: Obv. úrad, Mozaika	MHD	523	638	703	813	1013	1113	1213	1313	1423	1523	1613	1713	1813	1913	2013	2113	2213	2313	2413	2513	2613	2713	2813	2913	3013
2	0	0	0	4		PP: Slov. sporiteľňa	MHD	525	640	705	815	1015	1115	1215	1315	1425	1525	1615	1715	1815	1915	2015	2115	2215	2315	2415	2515	2615	2715	2815	2915	3015
3	1	1	1	5		PP: Štefánikova, Zimný štadión	MHD	526	641	706	816	1016	1116	1216	1316	1426	1526	1616	1716	1816	1916	2016	2116	2216	2316	2416	2516	2616	2716	2816	2916	3016
3	1	1	1	6		PP: Tatravagónka	MHD	530	643	709	819	1019	1119	1219	1319	1429	1529	1619	1719	1819	1919	2019	2119	2219	2319	2419	2519	2619	2719	2819	2919	3019
4	2	2	2	7		PP: Spišská Sobota, Mláky	MHD	531	645	710	820	1020	1120	1220	1320	1430	1530	1630	1730	1830	1930	2030	2130	2230	2330	2430	2530	2630	2730	2830	2930	3030
5	3	3	3	8		PP: Spišská Sobota, ZS	MHD	532	647	711	821	1021	1121	1221	1321	1431	1531	1631	1731	1831	1931	2031	2131	2231	2331	2431	2531	2631	2731	2831	2931	3031
6	4	4	4	9		PP: Spišská Sobota, nák. stred	MHD	533	649	713	823	1023	1123	1223	1323	1433	1533	1633	1733	1833	1933	2033	2133	2233	2333	2433	2533	2633	2733	2833	2933	3033
6	4	4	4	10		PP: Spišská Sobota, nám	MHD	534	645	715	825	1025	1125	1225	1325	1434	1534	1634	1734	1834	1934	2034	2134	2234	2334	2434	2534	2634	2734	2834	2934	3034
6	4	4	4	11		PP: Spišská Sobota, OKtan	MHD	538	645	715	825	1025	1125	1225	1325	1434	1534	1634	1734	1834	1934	2034	2134	2234	2334	2434	2534	2634	2734	2834	2934	3034
7	5	5	5	12		PP: Tatravagónka, OKtan	MHD	538	647	719	829	1029	1129	1229	1329	1438	1538	1638	1738	1838	1938	2038	2138	2238	2338	2438	2538	2638	2738	2838	2938	3038
8	6	6	6	13		PP: Matejovce, Whirpool	MHD	540	647	719	829	1029	1129	1229	1331	1438	1539	1639	1739	1841	1941	2041	2141	2241	2341	2441	2541	2641	2741	2841	2941	3041
8	6	6	6	14		PP: Matejovce, GGP	MHD	540	647	719	829	1029	1129	1229	1331	1438	1539	1639	1739	1841	1941	2041	2141	2241	2341	2441	2541	2641	2741	2841	2941	3041
10	8	8	8	15		PP: Matejovce, Tatramat	MHD	543	649	721	831	1031	1131	1231	1333	1440	1541	1641	1741	1843	1943	2043	2143	2243	2343	2443	2543	2643	2743	2843	2943	3043
10	8	8	8	16		PP: Matejovce, Lidická	MHD	543	649	721	831	1031	1131	1231	1333	1440	1541	1641	1741	1843	1943	2043	2143	2243	2343	2443	2543	2643	2743	2843	2943	3043
11	9	9	9	17		PP: Matejovce, Kostol	MHD	544	650	722	832	1032	1132	1232	1334	1441	1542	1642	1742	1844	1944	2044	2144	2244	2344	2444	2544	2644	2744	2844	2944	3044
11	9	9	9	18	pr	PP: Matejovce, Hnilec	MHD	545	651	723	833	1033	1133	1233	1335	1442	1543	1643	1743	1845	1945	2045	2145	2245	2345	2445	2545	2645	2745	2845	2945	3045

** - premáva v pracovné dni

opačný smer

		SAD Poprad a.s.																															
		Tč		km																													
0	0	0	19	od	PP: Matejovce, Lidická.....	MHD	605	707	745	857	1038	1145	1300	1419	1517	1607	1752	1848	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901
1	1	1	18		PP: Matejovce, kostol.....	MHD	606	708	746	858	1039	1146	1301	1420	1518	1608	1753	1849	1902	1902	1902	1902	1902	1902	1902	1902	1902	1902	1902	1902	1902	1902	1902
1	1	1	17		PP: Matejovce, Hnilec.....	MHD	608	710	748	900	1040	1148	1303	1421	1519	1610	1755	1851	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903	1903
1	1	1	16		PP: Matejovce, ZK.....	MHD	610	712	750	902	1042	1150	1305	1422	1520	1612	1757	1853	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905	1905
1	2	2	15		PP: Matejovce, Tatrmat.....	MHD	612	714	752	904	1044	1152	1307	1423	1521	1614	1759	1855	1907	1907	1907	1907	1907	1907	1907	1907	1907	1907	1907	1907	1907	1907	1907
2	2	2	14		PP: Matejovce, GGP.....	MHD	617	719	757	909	1049	1157	1312	1424	1522	1616	1761	1857	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909	1909
5	5	5	13		PP: Matejovce, Whirpool.....	MHD	619	721	759	911	1051	1159	1314	1425	1523	1618	1763	1859	1911	1911	1911	1911	1911	1911	1911	1911	1911	1911	1911	1911	1911	1911	1911
7	7	7	12		PP: Tatravagónka, Ok fan.....	MHD	621	723	761	913	1053	1161	1319	1426	1524	1619	1765	1861	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913	1913
8	4	4	11		PP: Tatravagónka.....	MHD	623	725	763	915	1055	1163	1320	1427	1525	1620	1767	1863	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915	1915
8	4	4	10		PP: Spišská Sobota, Ok fan.....	MHD	624	726	764	916	1056	1164	1321	1428	1526	1621	1768	1864	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916
3	3	3	9		PP: Spišská Sobota, nám.....	MHD	625	727	765	917	1057	1165	1322	1429	1527	1622	1769	1865	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917
3	3	3	8		PP: Spišská Sobota, náč. stred.....	MHD	627	729	767	919	1059	1167	1323	1430	1528	1623	1771	1867	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919
4	4	4	7		PP: Spišská Sobota, ZS.....	MHD	628	730	768	920	1060	1168	1324	1431	1529	1624	1772	1868	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920
5	5	5	6		PP: Spišská Sobota, Mlaky.....	MHD	629	731	769	921	1061	1169	1325	1432	1530	1625	1773	1869	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921
9	9	9	5		PP: Seifnikova, Zimný štadión.....	MHD	634	735	773	926	1066	1174	1329	1436	1534	1629	1777	1873	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925	1925
10	6	7	4		PP: Slov. sporiteľňa.....	MHD	625	727	765	917	1057	1165	1322	1429	1527	1622	1769	1865	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917	1917
11	6	7	3		PP: Obv. úrad, Mozaika.....	MHD	627	729	767	919	1059	1167	1323	1430	1528	1623	1771	1867	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919	1919
12	6	7	2		PP: Hviezdoslavova ADUS.....	MHD	628	730	768	920	1060	1168	1324	1431	1529	1624	1772	1868	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920	1920
12	6	7	1	pr	Poprad, AS.....	MHD	629	731	769	921	1061	1169	1325	1432	1530	1625	1773	1869	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921	1921

** - premáva v pracovné dni

3 Nové mesto Juhll-Poprad,AS-Západ-Vel'ká-Sp. Sobota a späť

Prepravu zabezpečuje:SAD Poprad,a.s.,Poprad,Wolkerova 466,tel.č.052/7723565

Platí od: 1. 3. 2019

km	Tr	1	3	5	7	9	11	13	17	15	19	21	23
0	0	455	555	655	800	1000	1200	1255	1355	1355	1430	1530	1700
1	1	457	557	657	802	1002	1202	1257	1357	1357	1432	1532	1702
2	2	459	559	659	804	1004	1204	1259	1359	1359	1434	1534	1704
3	3	501	601	701	806	1006	1206	1301	1401	1401	1436	1536	1706
4	4	502	602	702	807	1007	1207	1302	1402	1402	1437	1537	1707
5	5	507	607	707	812	1012	1212	1307	1407	1407	1442	1542	1712
6	6	510	610	710	815	1015	1215	1310	1410	1410	1445	1545	1715
7	7	512	612	712	817	1017	1217	1312	1412	1412	1447	1547	1717
8	8	514	614	714	819	1019	1219	1314	1414	1414	1449	1549	1719
9	9	516	616	716	821	1021	1221	1316	1416	1416	1451	1551	1721
10	10	518	618	718	823	1023	1223	1318	1418	1418	1453	1553	1723
11	11	520	620	720	825	1025	1225	1320	1420	1420	1455	1555	1725
12	12	522	622	722	827	1027	1227	1321	1421	1421	1456	1556	1726
13	13	524	624	724	829	1029	1229	1323	1423	1423	1458	1557	1728
14	14	525	625	725	830	1030	1230	1325	1425	1425	1459	1558	1730
15	15	526	626	726	831	1031	1231	1326	1426	1426	1460	1559	1731
16	16	527	627	727	832	1032	1232	1327	1427	1427	1461	1560	1732
17	17	528	628	728	833	1033	1233	1328	1428	1428	1462	1561	1733
18	18	529	629	729	834	1034	1234	1329	1429	1429	1463	1562	1734
19	19	530	630	730	835	1035	1235	1330	1430	1430	1464	1563	1735
20	20	531	631	731	836	1036	1236	1331	1431	1431	1465	1564	1736
21	21	532	632	732	837	1037	1237	1332	1432	1432	1466	1565	1737
22	22	533	633	733	838	1038	1238	1333	1433	1433	1467	1566	1738
23	23	534	634	734	839	1039	1239	1334	1434	1434	1468	1567	1739
24	24	535	635	735	840	1040	1240	1335	1435	1435	1469	1568	1740
25	25	536	636	736	841	1041	1241	1336	1436	1436	1470	1569	1741
26	26	537	637	737	842	1042	1242	1337	1437	1437	1471	1570	1742
27	27	538	638	738	843	1043	1243	1338	1438	1438	1472	1571	1743
28	28	539	639	739	844	1044	1244	1339	1439	1439	1473	1572	1744
29	29	540	640	740	845	1045	1245	1340	1440	1440	1474	1573	1745

*-prenáva v pracovné dni

40-ide od 30. 10. 2019 do 1. 11. 2019

opačný smer

km	Tr	2	4	6	8	10	12	14	18	16	20	22	24
0	0	540	645	750	850	1050	1250	1340	1445	1445	1525	1620	1745
1	1	541	646	751	851	1051	1251	1341	1446	1446	1526	1621	1746
2	2	542	647	752	852	1052	1252	1342	1447	1447	1527	1622	1747
3	3	543	648	753	853	1053	1253	1343	1448	1448	1528	1623	1748
4	4	544	649	754	854	1054	1254	1344	1449	1449	1529	1624	1749
5	5	545	650	755	855	1055	1255	1345	1450	1450	1530	1625	1750
6	6	546	651	756	856	1056	1256	1346	1451	1451	1531	1626	1751
7	7	547	652	757	857	1057	1257	1347	1452	1452	1532	1627	1752
8	8	548	653	758	858	1058	1258	1348	1453	1453	1533	1628	1753
9	9	549	654	759	859	1059	1259	1349	1454	1454	1534	1629	1754
10	10	550	655	760	860	1060	1260	1350	1455	1455	1535	1630	1755
11	11	551	656	761	861	1061	1261	1351	1456	1456	1536	1631	1756
12	12	552	657	762	862	1062	1262	1352	1457	1457	1537	1632	1757
13	13	553	658	763	863	1063	1263	1353	1458	1458	1538	1633	1758
14	14	554	659	764	864	1064	1264	1354	1459	1459	1539	1634	1759
15	15	555	660	765	865	1065	1265	1355	1460	1460	1540	1635	1760
16	16	556	661	766	866	1066	1266	1356	1461	1461	1541	1636	1761
17	17	557	662	767	867	1067	1267	1357	1462	1462	1542	1637	1762
18	18	558	663	768	868	1068	1268	1358	1463	1463	1543	1638	1763
19	19	559	664	769	869	1069	1269	1359	1464	1464	1544	1639	1764
20	20	560	665	770	870	1070	1270	1360	1465	1465	1545	1640	1765
21	21	561	666	771	871	1071	1271	1361	1466	1466	1546	1641	1766
22	22	562	667	772	872	1072	1272	1362	1467	1467	1547	1642	1767
23	23	563	668	773	873	1073	1273	1363	1468	1468	1548	1643	1768
24	24	564	669	774	874	1074	1274	1364	1469	1469	1549	1644	1769
25	25	565	670	775	875	1075	1275	1365	1470	1470	1550	1645	1770
26	26	566	671	776	876	1076	1276	1366	1471	1471	1551	1646	1771
27	27	567	672	777	877	1077	1277	1367	1472	1472	1552	1647	1772
28	28	568	673	778	878	1078	1278	1368	1473	1473	1553	1648	1773
29	29	569	674	779	879	1079	1279	1369	1474	1474	1554	1649	1774
30	30	570	675	780	880	1080	1280	1370	1475	1475	1555	1650	1775
31	31	571	676	781	881	1081	1281	1371	1476	1476	1556	1651	1776
32	32	572	677	782	882	1082	1282	1372	1477	1477	1557	1652	1777
33	33	573	678	783	883	1083	1283	1373	1478	1478	1558	1653	1778
34	34	574	679	784	884	1084	1284	1374	1479	1479	1559	1654	1779
35	35	575	680	785	885	1085	1285	1375	1480	1480	1560	1655	1780
36	36	576	681	786	886	1086	1286	1376	1481	1481	1561	1656	1781
37	37	577	682	787	887	1087	1287	1377	1482	1482	1562	1657	1782
38	38	578	683	788	888	1088	1288	1378	1483	1483	1563	1658	1783
39	39	579	684	789	889	1089	1289	1379	1484	1484	1564	1659	1784
40	40	580	685	790	890	1090	1290	1380	1485	1485	1565	1660	1785

*-prenáva v pracovné dni

40-ide od 30. 10. 2019 do 1. 11. 2019

Plati od: 1. 1. 2019

4 Nové mesto Juhll-nemocnica-Nákupné centrum Forum-Matejovce a späť

Prepravu zabezpečuje:SAD Poprad a.s.,Poprad,Wolkerova 466,tel.č.052/7723565

		km		Tel		SAD Poprad a.s.																
1	3	7	5	9	11	13	15	45	43	17	19	21	25	23	27	29	31	33	35	37	39	41
450	505	510	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Nové mesto,Juh III	MHD	451	506	512	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Nové mesto,Rastislavova	MHD	452	507	513	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Nové mesto,Mýslienka	MHD	454	509	515	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Nové mesto,Nádej	MHD	456	511	517	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Nové mesto,Kostol	MHD	458	513	519	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Nové mesto,Hornád	MHD	450	514	521	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Nové mesto,Torysa	MHD	502	518	523	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Nemocnica	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Levočská ul.	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Slov. sporiteľňa	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Nákupné centrum Forum	MHD	504	520	525	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Dom kultúry	MHD	506	522	527	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Obv. úrad, Mozaika	MHD	524	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Obv. úrad, Mozaika	MHD	526	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Hviezdoslavova ADUS	MHD	527	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Hviezdoslavova ADUS	MHD	529	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Obv. úrad, Mozaika	MHD	531	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Slov. sporiteľňa	MHD	508	533	529	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Kukučínova	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Straže OSC	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Straže nám.	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Straže OSC	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Kukučínova	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Sietánikova,Zimný štadión	MHD	510	535	531	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Tatragónka	MHD	511	536	532	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Spíšská Sobotka,Miaky	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Spíšská Sobotka,ZS	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Spíšská Sobotka,nák.stred	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Spíšská Sobotka,nám	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Spíšská Sobotka,OkTan	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Tatragónka,OkTan	MHD	513	538	534	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Matejovce,Whirpool	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Matejovce,Tatramat	MHD	515	541	537	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Matejovce,GGP	MHD	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Matejovce,Lidická	MHD	517	547	539	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Matejovce,kostol	MHD	518	548	540	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PP,Matejovce,Hnilec	MHD	519	549	541	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

6- premáva v sobotu

t-premáva v nedeľu a v štátom uznaný sviatok

*-premáva v pracovné dni

▲2-spoj premáva cez zastávky Levočská a Slov.sporiteľňa

Platí od: 1. 1. 2019

4 Nové mesto Juhlll-nemocnica-Nákupné centrum Forum-Matejovce a späť

[illegible]

④- premáva v sobotu

premáva v sobotu
premáva v nedeľu a v štátom uznaný sviatok

xx-premáva v pracovné dni

5 Stráže, nám.-Kukučínova-Dom kultúry-Poprad,AS a spät”

Prepravu zabezpečuje: SAD Poprad a.s., Poprad, Wolkerova 466, tel.č. 052/7723565

[illegible]

×-premáva v pracovné dni

▲ 1-spoj nepremáva cez sídlisko Juh

[illegible]

×-premáva v pracovné dni

▲ 1-spoj nepremáva cez sídlisko Juh

6 Poprad, AS-Rož. cesta-Nové mesto JuhIII-nemocnica-Levočská ul.-Obvodný úrad, Mozaika-Poprad, AS Platí od: 1. 1. 2019

Prepravu zabezpečuje: SAD Poprad, a.s., Poprad, Wolkera 466 tel.č. 052/7723565

km	Tč	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
0	1 od	Poprad, AS	530	605	645	720	800	930	1100	1230	1315	1400	1450	1535	1615	1700	1830	2000
0	2	PP:Hviezdoslavova ADUS	532	607	647	722	802	932	1102	1232	1317	1402	1452	1537	1617	1702	1832	2002
0	3	PP:Obv. úrad, Mozaika	534	609	649	724	804	934	1104	1234	1319	1404	1454	1539	1619	1704	1834	2004
1	4	PP:Dom kultúry	536	611	650	726	806	936	1106	1236	1321	1406	1456	1541	1621	1706	1836	2006
2	5	PP:Nové mesto, Rožňavská cesta	538	613	653	728	808	938	1108	1238	1323	1408	1458	1543	1623	1708	1838	2008
3	6	PP:Nové mesto, Juh III	540	615	655	730	810	940	1110	1240	1325	1410	1500	1545	1625	1710	1840	2010
4	7	PP:Nové mesto, Rastislavova	542	617	657	732	812	942	1112	1242	1327	1412	1502	1547	1627	1712	1842	2012
4	8	PP:Nové mesto, Myslienka	544	619	659	734	814	944	1114	1244	1329	1414	1504	1549	1629	1714	1844	2014
5	9	PP:Nové mesto, Nádej	546	621	701	736	816	946	1116	1246	1331	1416	1506	1551	1631	1716	1846	2016
6	10	PP:Nové mesto, Antimón	548	623	703	738	818	948	1118	1248	1333	1418	1508	1553	1633	1718	1848	2018
7	11	PP:Nové mesto, Váh	550	625	705	740	820	950	1120	1250	1335	1420	1510	1555	1635	1720	1850	2020
8	12	PP:Nemocnica	552	627	707	742	822	952	1122	1252	1337	1422	1512	1557	1637	1722	1852	2022
9	13	PP:Levočská ul.	554	629	709	744	824	954	1124	1254	1339	1424	1514	1559	1639	1724	1854	2024
10	14	PP:Štov. sporiteľňa	556	631	711	746	826	956	1126	1256	1341	1426	1516	1601	1641	1726	1856	2026
10	15	PP:Obv. úrad, Mozaika	558	633	713	748	828	958	1128	1258	1343	1428	1518	1603	1643	1728	1858	2028
10	16	PP:Hviezdoslavova ADUS	559	634	714	749	829	959	1129	1259	1344	1429	1519	1604	1644	1729	1859	2029
10	17 pr	Poprad, AS	601	636	716	751	831	1001	1131	1301	1346	1431	1521	1606	1646	1731	1901	2031

*-premáva v pracovné dni

7 Nové mesto, Juh III-nemocnica-Nákupné centrum Forum-Dom kultúry-Sp.Sobota-Veľká-Poprad,AS

Platí od: 1. 3. 2019

Prepravu zabezpečuje:SAD Poprad,a.s.,Poprad,Wolkerova 466, tel.č.052/7723565

km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	...	550	705	...	745	...	845	...	940	...	1145	...	1345	...	1445	...	1545	...	1645	...	1745	...	1845
1	...	552	707	...	747	...	847	...	942	...	1147	...	1347	...	1447	...	1547	...	1647	...	1747	...	1847
2	...	554	709	...	749	...	849	...	944	...	1149	...	1349	...	1449	...	1549	...	1649	...	1749	...	1849
3	...	556	711	...	751	...	851	...	946	...	1151	...	1351	...	1451	...	1551	...	1651	...	1751	...	1851
4	...	558	713	...	753	...	853	...	948	...	1153	...	1353	...	1453	...	1553	...	1653	...	1753	...	1853
5	...	560	715	...	755	...	855	...	950	...	1155	...	1355	...	1455	...	1555	...	1655	...	1755	...	1855
6	...	602	717	...	757	...	857	...	952	...	1157	...	1357	...	1457	...	1557	...	1657	...	1757	...	1857
7	...	604	719	...	759	...	859	...	954	...	1159	...	1359	...	1459	...	1559	...	1659	...	1759	...	1859
8	...	606	721	...	801	...	901	...	956	...	1201	...	1401	...	1501	...	1601	...	1701	...	1801	...	1901
9	...	608	723	...	803	...	903	...	957	...	1202	...	1403	...	1502	...	1602	...	1702	...	1802	...	1902
10	...	610	725	...	805	...	905	...	958	...	1204	...	1405	...	1503	...	1603	...	1703	...	1803	...	1903
11	...	612	727	...	807	...	907	...	1002	...	1206	...	1407	...	1507	...	1607	...	1707	...	1807	...	1907
12	...	613	728	...	808	...	908	...	1003	...	1208	...	1408	...	1508	...	1608	...	1708	...	1808	...	1908
13	...	615	730	...	810	...	910	...	1005	...	1210	...	1410	...	1510	...	1610	...	1710	...	1810	...	1910
14	...	616	731	...	811	...	911	...	1006	...	1211	...	1411	...	1511	...	1611	...	1711	...	1811	...	1911
15	...	617	732	...	812	...	912	...	1007	...	1212	...	1412	...	1512	...	1612	...	1712	...	1812	...	1912
16	...	618	733	...	813	...	913	...	1008	...	1213	...	1413	...	1513	...	1613	...	1713	...	1813	...	1913
17	...	620	735	...	815	...	915	...	1010	...	1215	...	1415	...	1515	...	1615	...	1715	...	1815	...	1915
18	...	622	737	...	817	...	917	...	1012	...	1217	...	1417	...	1517	...	1617	...	1717	...	1817	...	1917
19	...	624	739	...	819	...	919	...	1014	...	1219	...	1419	...	1519	...	1619	...	1719	...	1819	...	1919
20	...	626	741	...	821	...	921	...	1016	...	1221	...	1421	...	1521	...	1621	...	1721	...	1821	...	1921
21	...	628	743	...	823	...	923	...	1018	...	1223	...	1423	...	1523	...	1623	...	1723	...	1823	...	1923
22	...	630	744	...	824	...	924	...	1019	...	1224	...	1424	...	1524	...	1624	...	1724	...	1824	...	1924
23	...	632	745	...	825	...	925	...	1020	...	1225	...	1425	...	1525	...	1625	...	1725	...	1825	...	1925
24	...	634	747	...	827	...	927	...	1022	...	1227	...	1427	...	1527	...	1627	...	1727	...	1827	...	1927

*-prenáva v pracovné dni

opačný smer		SAD Poprad,a.s.																						
km	Te	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24											
0	26	450	550	645	750	850	1030	1250	1350	1450	1550	1650	1850											
1	25	452	552	647	752	852	1032	1252	1352	1452	1552	1652	1852											
2	24	453	553	648	753	853	1033	1253	1353	1453	1553	1653	1853											
3	23	454	554	649	754	854	1034	1254	1354	1454	1554	1654	1854											
4	22	456	556	651	756	856	1036	1256	1356	1456	1556	1656	1856											
5	21	458	558	653	758	858	1038	1258	1358	1458	1558	1658	1858											
6	20	460	560	655	760	860	1040	1300	1400	1500	1600	1700	1900											
7	19	462	562	657	762	862	1042	1302	1402	1502	1602	1702	1902											
8	18	464	564	659	764	864	1044	1304	1404	1504	1604	1704	1904											
9	17	465	565	659	765	865	1045	1305	1405	1505	1605	1705	1905											
10	16	467	567	661	767	867	1047	1307	1407	1507	1607	1707	1907											
11	15	469	569	666	769	869	1049	1309	1409	1509	1609	1709	1909											
12	14	470	570	667	770	870	1050	1310	1410	1510	1610	1710	1910											
13	13	471	571	668	771	871	1051	1311	1411	1511	1611	1711	1911											
14	12	472	572	669	772	872	1052	1312	1412	1512	1612	1712	1912											
15	11	473	573	670	773	873	1053	1313	1413	1513	1613	1713	1913											
16	10	474	574	671	774	874	1054	1314	1414	1514	1614	1714	1914											
17	9	475	575	672	775	875	1055	1315	1415	1515	1615	1715	1915											
18	8	476	576	673	776	876	1056	1316	1416	1516	1616	1716	1916											
19	7	477	577	674	777	877	1057	1317	1417	1517	1617	1717	1917											
20	6	478	578	675	778	878	1058	1318	1418	1518	1618	1718	1918											
21	5	479	579	676	779	879	1059	1319	1419	1519	1619	1719	1919											
22	4	480	580	677	780	880	1060	1320	1420	1520	1620	1720	1920											
23	3	481	581	678	781	881	1061	1321	1421	1521	1621	1721	1921											
24	2	482	582	679	782	882	1062	1322	1422	1522	1622	1722	1922											
25	1	483	583	680	783	883	1063	1323	1423	1523	1623	1723	1923											
26	0	484	584	681	784	884	1064	1324	1424	1524	1624	1724	1924											
27	26	485	585	682	785	885	1065	1325	1425	1525	1625	1725	1925											
28	25	486	586	683	786	886	1066	1326	1426	1526	1626	1726	1926											
29	24	487	587	684	787	887	1067	1327	1427	1527	1627	1727	1927											
30	23	488	588	685	788	888	1068	1328	1428	1528	1628	1728	1928											
31	22	489	589	686	789	889	1069	1329	1429	1529	1629	1729	1929											
32	21	490	590	687	790	890	1070	1330	1430	1530	1630	1730	1930											
33	20	491	591	688	791	891	1071	1331	1431	1531	1631	1731	1931											
34	19	492	592	689	792	892	1072	1332	1432	1532	1632	1732	1932											
35	18	493	593	690	793	893	1073	1333	1433	1533	1633	1733	1933											
36	17	494	594	691	794	894	1074	1334	1434	1534	1634	1734	1934											
37	16	495	595	692	795	895	1075	1335	1435	1535	1635	1735	1935											
38	15	496	596	693	796	896	1076	1336	1436	1536	1636	1736	1936											
39	14	497	597	694	797	897	1077	1337	1437	1537	1637	1737	1937											
40	13	498	598	695	798	898	1078	1338	1438	1538	1638	1738	1938											
41	12	499	599	696	799	899	1079	1339	1439	1539	1639	1739	1939											
42	11	500	600	697	800	900	1080	1340	1440	1540	1640	1740	1940											
43	10	501	601	698	801	901	1081	1341	1441	1541	1641	1741	1941											
44	9	502	602	699	802	902	1082	1342	1442	1542	1642	1742	1942											
45	8	503	603	700	803	903	1083	1343	1443	1543	1643	1743	1943											
46	7	504	604	701	804	904	1084	1344	1444	1544	1644	1744	1944											
47	6	505	605	702	805	905	1085	1345	1445	1545	1645	1745	1945											
48	5	506	606	703	806	906	1086	1346	1446	1546	1646	1746	1946											
49	4	507	607	704	807	907	1087	1347	1447	1547	1647	1747	1947											
50	3	508	608	705	808	908	1088	1348	1448	1548	1648	1748	1948											
51	2	509	609	706	809	909	1089	1349	1449	1549	1649	1749	1949											
52	1	510	610	707	810	910	1090	1350	1450	1550	1650	1750	1950											
53	26	511	611	708	811	911	1091	1351	1451	1551	1651	1751	1951											
54	25	512	612	709	812	912	1092	1352	1452	1552	1652	1752	1952											
55	24	513	613	710	813	913	1093	1353	1453	1553	1653	1753	1953											
56	23	514	614	711	814	914	1094	1354	1454	1554	1654	1754	1954											
57	22	515	615	712	815	915	1095	1355	1455	1555	1655	1755	1955											
58	21	516	616	713	816	916	1096	1356	1456	1556	1656	1756	1956											
59	20	517	617	714	817	917	1097	1357	1457	1557	1657	1757	1957											
60	19	518	618	715	818	918	1098	1358	1458	1558	1658	1758	1958											
61	18	519	619	716	819	919	1099	1359	1459	1559	1659	1759	1959											
62	17	520	620	717	820	920	1100	1360	1460	1560	1660	1760	1960											
63	16	521	621	718	821	921	1101	1361	1461	1561	1661	1761	1961											
64	15	522	622	719	822	922	1102	1362	1462	1562	1662	1762	1962											
65	14	523	623	720	823	923	1103	1363	1463	1563	1663	1763	1963											
66	13	524	624	721	824	924	1104	1364	1464	1564	1664	1764	1964											
67	12	525	625	722	825	925	1105	1365	1465	1565	1665	1765	1965											
68	11	526	626	723	826	926	1106	1366	1466	1566	1666	1766	1966											
69	10	527	627	724	827	927	1107	1367	1467	1567	1667	1767	1967											
70	9	528	628	725	828	928	1108	1368	1468	1568	1668	1768	1968											
71	8	529	629	726	829	929	1109	1369	1469	1569	1669	1769	1969											
72	7	530	630	727	830	930	1110	1370	1470	1570	1670	1770	1970											
73	6	531	631	728	831	931	1111	1371	1471	1571	1671	1771	1971											
74	5	532	632	729	832	932	1112	1372	1472	1572	1672	1772	1972											
75	4	533	633	730	833	933	1113	1373	1473	1573	1673	1773	1973											
76	3	534	634	731	834	934	1114	1374	1474	1574	1674	1774	1974											
77	2	535	635	732	835	935	1115	1375	1475	1575	1675	1775	1975											
78	1	536	636	733	836	936	1116	1376	1476	1576	1676	1776	1976											
79	26	537	637	734	837	937	1117	1377	1477	1577	1677	1777	1977											
80	25	538	638	735	838	938	1118	1378	1478	1578	1678	1778	1978											
81	24	539	639	736	839	939	1119	1379	1479	1579	1679	1779	1979											
82	23	540	640	737	840	940	1120	1380	1480	1580	1680	1780	1980											
83	22	541	641	738	841	941	1121	1381	1481	1581	1681	1781	1981											
84	21	542	642	739	842	942	1122	1382	1482	1582	1682	1782	1982											
85	20	543	643	740	843	943	1123	1383	1483	1583	1683	1783	1983											
86	19	544	644	741	844	944	1124	1384	1484	1584	1684	1784	1984											
87	18	545	645	742	845	945	1125	1385	1485	1585	1685	1785	1985											
88	17	546	646	743	846	946	1126	1386	1486	1586	1686	1786	1986											
89	16	547	647	744	847	947	1127	1387	1487	1587	1687	1787	1987											
90	15	548	648	745	848	948	1128	1388	1488	1588	1688	1788	1988											
91	14	549	649	746	849	949	1129	1389	1489	1589	1689	1789	1989											
92	13	550	650	747	850	950	1130	1390	1490	1590	1690	1790	1990											
93	12	551	651	748	851	951	1131	1391	1491	1591	1691	1791	1991											
94	11	552	652	749	852	952	1132	1392	1492	1592	1692	1792	1992											
95	10	553	653	750	853	953	1133	1393	1493	1593	1693	1793	1993											
96	9	554	654	751	854	954	1134	1394	1494	1594	1694	1794	1994											
97	8	555	655	752	855	955	1135	1395	1495	1595	1695	1795	1995											
98	7	556	656	753	856	956	1136	1396	1496	1596	1696	1796	1996											
99	6	557	657	754	857	957	1137	1397	1497	1597	1697	1797	1997											
100	5	558	658	755	858	958	1138	1398	1498	1598	1698	1798	1998											
101	4	559	659	756	859	959	1139	1399	1															

*-prenáva v pracovné dni

Platí od: 1. 3. 2019

8 Poprad AS-Veľká-Spišská Sobota-Matejovce-Poprad AS

Prepravu zabezpečuje: SAD Poprad a.s., Poprad, Wolkerova 466, tel.č. 052/7723565

km\Tč	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	1 od Poprad AS	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 pr
1	Poprad AS	Veľká Vodárenská, Jánodná	Spíšská Sobota, Vagonárska Bud.	Spíšská Sobota, Vagonárska Uralská	Spíšská Sobota, nám.	Tatragagónka, Okľan	Matejovce, Tatramat	Matejovce, Lúčka	Matejovce, Kostol	Matejovce, Hnilec	Matejovce, ZK	Matejovce, Tatramat	Tatragagónka, Okľan	Tatragagónka	Stefánikova, Zimný štadión	Slov. sporiteľňa	Dom kultúry II.	Obv. úrad, Mozaika	Hviezdoslavova ADUS	Poprad AS
2	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD	MHD
3	1000	1014	1016	1018	1020	1021	1024	1025	1026	1027	1029	1030	1031	1033	1035	1037	1038	1043	1045	1048
4	1400	1414	1416	1418	1420	1421	1424	1425	1426	1427	1429	1430	1431	1433	1435	1437	1438	1443	1445	1448
5	1600	1614	1616	1618	1620	1621	1624	1625	1626	1627	1629	1630	1631	1633	1635	1637	1638	1643	1645	1648
6	1800	1814	1816	1818	1820	1821	1824	1825	1826	1827	1829	1830	1831	1833	1835	1837	1838	1843	1845	1848
7	2000	2014	2016	2018	2020	2021	2024	2025	2026	2027	2029	2030	2031	2033	2035	2037	2038	2043	2045	2048
8	2200	2214	2216	2218	2220	2221	2224	2225	2226	2227	2229	2230	2231	2233	2235	2237	2238	2243	2245	2248
9	2400	2414	2416	2418	2420	2421	2424	2425	2426	2427	2429	2430	2431	2433	2435	2437	2438	2443	2445	2448
10	2600	2614	2616	2618	2620	2621	2624	2625	2626	2627	2629	2630	2631	2633	2635	2637	2638	2643	2645	2648
11	2800	2814	2816	2818	2820	2821	2824	2825	2826	2827	2829	2830	2831	2833	2835	2837	2838	2843	2845	2848
12	3000	3014	3016	3018	3020	3021	3024	3025	3026	3027	3029	3030	3031	3033	3035	3037	3038	3043	3045	3048
13	3200	3214	3216	3218	3220	3221	3224	3225	3226	3227	3229	3230	3231	3233	3235	3237	3238	3243	3245	3248
14	3400	3414	3416	3418	3420	3421	3424	3425	3426	3427	3429	3430	3431	3433	3435	3437	3438	3443	3445	3448
15	3600	3614	3616	3618	3620	3621	3624	3625	3626	3627	3629	3630	3631	3633	3635	3637	3638	3643	3645	3648
16	3800	3814	3816	3818	3820	3821	3824	3825	3826	3827	3829	3830	3831	3833	3835	3837	3838	3843	3845	3848
17	4000	4014	4016	4018	4020	4021	4024	4025	4026	4027	4029	4030	4031	4033	4035	4037	4038	4043	4045	4048
18	4200	4214	4216	4218	4220	4221	4224	4225	4226	4227	4229	4230	4231	4233	4235	4237	4238	4243	4245	4248
19	4400	4414	4416	4418	4420	4421	4424	4425	4426	4427	4429	4430	4431	4433	4435	4437	4438	4443	4445	4448
20	4600	4614	4616	4618	4620	4621	4624	4625	4626	4627	4629	4630	4631	4633	4635	4637	4638	4643	4645	4648

- ③- prenáva v stredu
- ④- prenáva v sobotu
- ⑤- prenáva v pondelok
- †- prenáva v nedeľu a v štátoch uznávaných sviatkov
- ⑥- prenáva v piatok
- ⑦- nejde 19. 4. 2019, 22. 4. 2019, 1. 5. 2019, 1. 5. 2019, 5. 7. 2019, 1. 11. 2019, 25. 12. 2019
- ⑧- ide od 1. 7. 2019 do 31. 8. 2019

Príloha B: Matice medzioblastných prepravných vzťahov

Veľká	V
Stráže	S
Nemocnica	N
Torysa	T
Juh III	J
Matejovce	M
A S	AS
Šport	SR
Kovošrot	KS
Antimón	A
SLSP	SL
Spišská Sobota	SP
Štadión	ST
Dom kultúry	DK
Priemyselný Park	PP
OK Tan	OK
Kvetnica	KV
Spišská Teplica	TE

Tab. P2.1.: Skratky názvov uzlov, použitých v maticiach počtu ciest medzi uzlami.

	V	S	N	T	J	M	AS	SR	KS	A	SL	SP	ST	DK	PP	OK	KV
V			11		26		3		2	2	3				5		
S			5	1	3		1		1		4			3	6		1
N	11	5		1	5	7	3	1	1		3	1		3			
T	1	4	22	16	1	19	1	1	9		35		2	15	9		
J	29	3	5	2	6	26		2	7		63		2	8	2		
M		1	14	8	26	4	4		5	2	16		1	4	5		
AS	3		4	4				9	4	2				3	3	1	
SR			2		2		9								9		
KS	2	1	1	1	7	2	1		1	1	2						
A	1		1		1		1		1					1	2		1
SL	3	3	1	9	59	12	4		8	1	30	4	1	2	5		
SP			1						2		5			1			
ST				1	2						1						
DK	1	3	4	6	10	2	3		4	1	8	1		1	10		
PP	4	3	1	1	1	3	1	8		2	1			5	1		
OK																	
KV																	

Tab. P2.2.: Matica báza ciest (BC) – počet ciest medzi uzlami s využitím MHD

	V	S	N	T	J	M	AS	SR	KS	A	SL	SP	ST	DK	PP	OK	KV
V									1		1				1		
S					1										1		
N	1																
T	1	1				1			1								
J	1					1			1		1						
M							1		1						1		
AS	1			1				1	1								
SR															1		
KS																	
A																	
SL									1								
SP											1						
ST																	
DK															1		
PP																	
OK																	
KV															1		

Tab. P2.3.: Matica báza liniek (BL) – medzi danými uzlami existuje kandidát na linku

	V	S	N	T	J	M	AS	SR	KS	A	SL	SP	ST	DK	PP	OK	KV
Λ									112		5780				774		
S					11489										4911		
N	2447																
T	6224	6749				9995			6639						8012		
J	6885					14818			7305		3326						
M							7397		12684						200		
AS	186			1462				716	356								
SR															9084		
KS																	
A																	
SL									6076								
SP											1956						
ST																	
DK															8329		
PP																	
OK																	
KV															8751		

Tab. P2.4: Hodnoty účelových funkcií pre bázu liniek

	V	S	N	T	J	M	AS	SR	KS	A	SL	SP	ST	DK	PP	OK	KV	TE
V	280	2	39	64	13	2	25	12	25	27	6		7	56	30	3	1	3
S	2		10	8	7		1	1	2	1				17	6		2	1
N	39	6	75	32	21	15	7	33	7	25	9	15	1	88	1	1		6
T	68	7	22	253	20	38	5	32	21	38	185	2	5	56	5			8
J	14	4	44	18	378	25	8	25	21	23	38	3	4	94	12	2		
M	2		20	38	16	98	15	4	10	4	8	1	3	36	31	1		
AS	24		11	3	11	9	9	14	4	5		30		24	4	1		
SR	15	2	38	32	22	5	14	162	22	26	7	8	2	66	13	1	3	4
KS	26	1	9	17	10	6	1	22	4	9	4	4	1	7				11
A	21	1	28	44	31	1	6	20	10	221	22	2	2	64	7	2	1	3
SL	7	2	6	185	7	6		8	4	13	215	3		14				6
SP			17	3	2	1	28	4	5		3	42	4	22	28			
ST	3			4	3	2		3		1		4	1	4	1			1
DK	54	9	79	60	78	26	14	81	20	80	9	19	6	174	23			26
PP	29	3	3	4	1	28	4	12		9		25	1	7	2			
OK	4				2		1			2								
KV		2	1		2	1		5		1	1			4			6	
TE	3	1	8	8				4	10	6	8			22				51

Tab. P2.5.: Matica báza ciest (BC) – celkový počet ciest (pešo, bicykel, MHD, IAD, prímestská autobusová doprava...)

	V	S	N	T	J	M	AS	SR	KS	A	SL	SP	ST	DK	PP	OK	KV	TE
V			1				1								1			
S														1				
N								1				1		1				
T								1	1		1							
J	1	1	1			1		1			1			1	1			
M				1										1	1			
AS						1		1				1		1				
SR	1								1									
KS	1																	1
A								1			1							
SL																		
SP																		
ST																		
DK								1	1	1		1			1			
PP								1										
OK																		
KV			1				1											
TE														1				

Tab P2.6.: Matica báza liniek (BL) – medzi danými uzlami existuje kandidát na linku, východzia matica bola báza ciest – celkový počet ciest.

	V	S	N	T	J	M	AS	SR	KS	A	SL	SP	ST	DK	PP	OK	KV	TE
V			21446	49006			1519											9074
S														10198				
N												14018						
T	13178	↑ cez J a KS						24792										
J		26405						13873							27689			
M				29307			15565	23240	↑ cez SP					17953				
AS						22532	↑cez KS	8791				8680						
SR						24179												
KS																		
A																		
SL																		
SP																		
ST																		
DK																		
PP																		
OK																		
KV							20518											
TE														9491				

Tab. P2.7.: Hodnoty účelových funkcií pre kandidátov na linky na základe matice celkových ciest

Príloha C: Zoznam zastávok navrhovaných liniek podľa Návrhu III

Linka 1

Nepriamost': 1,49

Nové mesto, Juh III
Nové mesto, Rožňavská cesta
Dom kultúry
Obvodný úrad, Mozaika
Hviezdoslavova, ADUS
Autobusová stanica
Veľká, Bytový podnik
Veľká, Široká
Veľká, Teplická, Široká
Veľká, Teplická, Zdravotné stredisko
Veľká, námestie
Veľká, cintorín

Linka 2

Nepriamost': 1,37

Veľká, cintorín
Veľká, námestie
Veľká, zdravotné stredisko
Veľká, Teplická Široká
Veľká, Široká
Veľká, Bytový podnik
Nové mesto, Antimón
Nové mesto, kostol
Nové mesto, Hornád
Nové mesto, Torysa

Linka 4

Nepriamost': 1,47; 1,18 – bez zast. Matejovce GGP

Nové mesto, Juh III
Nové mesto, Kaufland
Nové mesto, Antimón
Dom kultúry
Slovenská sporiteľňa
Zimný štadión
Tatravagónka
Tatravagónka, OK Tan
Matejovce, Whirlpool
Matejovce, GGP
Matejovce, Tatramat
Matejovce, Lidická
Matejovce, kostol
Matejovce, Hnilec
Matejovce, ZK

Linka 3 ↓

Nepriamosť: 1,87;
1,65 bez zast.
Matejovce, GGP

Sídliisko Západ, Šport
Veľká, Teplická, Široká
Veľká, Teplická, Zdravotné stredisko
Veľká, námestie
(Veľká, cintorín)
Veľká, Vodárenská Šafárikova
Veľká, Vodárenská Jahodná
Spišská Sobota, Vagonárska Budovateľská

Spišská Sobota, Ul. Slobody č.d.
2750
Spišská Sobota, Košická
č.d.2635

Spišská Sobota, ZŠ
Spišská Sobota, nákupné stredisko
Spišská Sobota, námestie
Spišská Sobota, OK Tan
Tatravagónka, OK Tan
Matejovce, Whirlpool
Matejovce, GGP
Matejovce, Tatramat
Matejovce, Lidická
Matejovce, kostol
Matejovce, Hnilec
Matejovce, ZK

Linka 5

Nepriamosť: 1,31

Nové mesto, Juh III
Nové mesto, Kaufland
Nové mesto, Antimón
Nové mesto, Váh
Nemocnica
Levočská
Štefánikova, Zimný štadión
Kukučínova
Stráže, OSC
Stráže, námestie

Linka 7

Nepriamosť: 1,31

Nové mesto, Juh III
Nové mesto, Rožňavská cesta
Nákupné centrum Forum
Levočská
Štefánikova, Zimný štadión
Spišská Sobota, Mláky
Spišská Sobota, námestie
Spišská Sobota, nákupné stredisko
Spišská Sobota, ZŠ

Linka 6

Nepriamosť: 2,09

Sídlisko Západ, Šport
Závod Zdroj
Kovošrot
Autobusová stanica
Hviezdoslavova, ADUS
Obvodný úrad, Mozaika
Slovenská sporiteľňa
Levočská
Nemocnica
Nové mesto, Torysa
Nové mesto, Hornád
Nové mesto, kostol
Nové mesto, Nádej
Nové mesto, Myšlienka
Nové mesto, Rastislavova
Nové mesto, Juh III
Kvetnica, lom
Kvetnica, sanatórium

Linka 8

Nepriamosť: 1,25; 1,04 – bez zast. Matejovce GGP

Spišská Teplica, Potraviny
Spišská Teplica, č.d. 372
Poprad, HM TESCO
Sídlisko západ, Šport
Sídlisko západ, obchodný dom
Dom kultúry
Slovenská Sporiteľňa
Štefánikova, Zimný štadión
Tatravagónka
Tatravagónka, OK Tan
Matejovce, Whirlpool
Matejovce, GGP
Matejovce, Tatramat
Matejovce, Lidická
Matejovce, kostol
Matejovce, Hnilec
Matejovce, ZK

Príloha D: Schematická mapa navrhovaného riešenia s úplným linkovým vedením

Mapa je z dôvodu veľkosti formátu rozdelená a časť siete za zastávkou Tatravagónka OK Tan sa nachádza v pravom dolnom rohu schematickej mapy. Jednotlivé linky sú farebne odlíšené (viď. príloha C), ich číslovanie je potom zhodné s prílohou C.

